



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

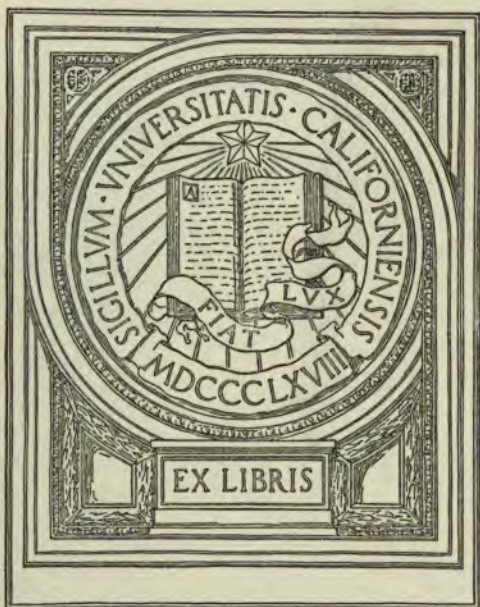
About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

UC-NRLF



B 3 869 510



EX LIBRIS

BIOLOGY
LIBRARY



BYGGING OG LÍF PLANTNA

GRASAFRÆÐI

SAMÍÐ HEFUR

HELGI JÓNSSON

GEFIN ÚT

AF

HINU ÍSLENSKA BÓKMENTAFJELAGI.

KAUPMANNAHÖFN 1906—1907

PRENTUÐ HJÁ S. L. MÖLLER

TO THE
ALBERTA

DK 46
J6
Biol.
Lib.

FORMÁLI.

Alkunnugt er að engin bók hefur verið til á íslensku um líf plantna og byggingu; mjög erfitt hefur því verið að rita um grasafræði, er hvað eina þurfti að skýra, sem nefnt var. Bók þessi á að bæta úr þeim skorti, og ætlast jeg til að menn geti fundið í henni fræðslu um helstu atriði, er lúta að lífi plantna og byggingu. Bókin er ekki sniðin eftir þörfum neinna skóla, en jeg ætlast til að hún sje fræðslulind fyrir þá, sem langar til að fræðast um líf plantnanna, enda er hún þannig rituð, að hver skynsamur maður á að geta lesið hana sjer til gagns. Bókin ætti og að vera kærkomin öllum, sem fást við að kenna grasafræði hjer á landi.

Við samningu bókarinnar hef jeg stuðst við hinar ágætu bækur eftir háskólakennara Eug. Warming, og niðurskipan efnisins er í öllum aðalatriðum hin sama.

Í bókinni eru margar myndir til skýringar, og á stjórn Bókmentafjelagsins í Kaupmannahöfn þakkir skilið fyrir það, að hún hefur lagt mikið í kostnað til þess að bókin yrði sem best úr garði gjörð.

Sigfús Blöndal, bókavörður við Konungsbókhöðuna í

Kaupmannahöfn, hefur annast prentun og prófarkalestur á seinni hluta 1. heftis, en cand. med. Sigurður Jónsson hefur annast prentun og prófarkalestur á 2. hefti með aðstoð Sigfúsar Blöndals. Kann jeg þeim báðum bestu þakkir fyrir.

Reykjavík í Júnímán. 1907.

Helgi Jónsson.

EFNISYFIRLIT.

	Bls.
I. Ytri bygging plantnanna	1—61
1. Kímplöntur	1
2. Rótin	8
3. Stöngullinn	12
4. Blaðið	16
5. Brumið og kvísling sprotanna	27
6. Aldur sprotanna og venjulegasta gerfi	34
1. Flokkur. Jurtir	35
2. Flokkur. Trjáplöntur	45
7. Hvernig plönturnar bera sig.	55
8. Varnargögn plantnanna útávið	57
9. Plönturnar og árstíðirnar	58
II. Innri bygging plantnanna	62—152
1. Fruman	62
2. Frumudeilingar	69
3. Helstu efni frumanna	76
4. Frumuveggurinn	87
5. Þrútnan og vökvaþensla	92
6. Frumutegundir, vefir, leiðipípur	96
7. Ungvefir	100
8. Loftgangar, Safagangar	104
9. Húðvefir	108
10. Stoðvefir	121
11. Leiðivefir	129
12. Innri bygging rótar og laufsprota.	136
A Rótin	136
B. Stöngullinn.	139
C. Blaðið	143
D. Þyktarvöxturinn	145

	Bls.
III. Æxlun plantnanna	153—199
1. Kynlaus og kynjuð æxlun.	153
2. Blómið.	173
3. Frævunin.	180
4. Fræ og aldini.	189
IV. Næring plantnanna	200—251
1. Andardrátturinn	200
2. Ólífræn jurtafæða	208
A. Kolsýruvinslan	208
B. Hin ólífrænu efni	214
3. Lífræn jurtafæða.	227
4. Gerð og rotnan	234
5. Vatnseiming	239
6. Næringarrásin	244
V. Vöxtur og hreifing	252—269
VI. Æfukjör plantnanna og þróun	270—288
1. Æfukjörin.	270
2. Þroskaskeiðin	274
3. Þróun tegundanna.	279
VII. Um gróður Íslands	289—300
1. Sægróður.	289
2. Vatnagróður	291
3. Votlendisgróður	292
4. Fjallagróður	293
5. Skriðugróður, melagróður, flagagróður	294
6. Sandgróður.	295
7. Strandgróður.	296
8. Hraunagróður	297
9. Jurtastóð.	297
10. Graslendi.	297
11. Mosapembur	298
12. Lyngheiði.	299
13. Víðikjarr	299
14. Birkikjarr.	299

I. Ytri bygging plantnanna.

Plönturnar eru í mjög margskonar líki, og stærð þeirra er afarmismunandi. Margar eru svo litlar að þær verða aðeins greindar í sjónauka t. a. m. gerlar og margir aðrir þörungar og ýmsar sveppategundir, en sumar eru afarstórar t. a. m. trjategundirnar og sumar þategundir. Smáplönturnar eru mjög óbrotnar að byggingu í samanburði við hinar. Lægstu eða ófullkomnustu plöntategundirnar verða varla greindar frá ófullkomnustu dýrategundum. Takmörkin eru óglögg á milli, eða með öðrum orðum: milli plönturíkis og dýraríkis eru ekki glögg takmörk.

Plönturnar deilast í tvo aðalflokka eftir því hvort þær eru limalausar eða ekki. Líkami margra lágplantna er limalaus þ. e. hann skiftist ekki í rót, stöngul og blöð. Þesskonar plöntulíkami heitir þal. Þalið er venjulegast mjög svo óbrotið að ytra útliti (gerlar, gorkúlur) og hver hluti þess líkist öðrum annaðhvort að nokkru eða öllu leyti. Þó eru ákveðnir partar af líkama sumra þölunga eða þalplantna (þategundir, marinkjarni o. fl.) í líkingu við rót, stöngul og blöð. Það eru því ekki skörp takmörk milli þessara tveggja höfuðflokka.

Hinn aðalflokkurinn er með limuðum líkama, þ. e. líkaminn skiftist í rót, stöngul og blöð. Það eru limir plöntunnar. Hver limur hefur ákveðið starf og er byggður einsog starfinu hæfir. Rótin festir plöntuna í jörðinni og tekur þaðan næringarefni, blöðin vinna fæðu úr loftinu með tilstyrk ljóssins og stöngullinn lyftir blöðunum upp í ljósið og loftið og ber blómið. Það sem nú verður sagt um ytri byggingu plantnanna er sjerstaklega miðað við þenna flokk.

1. Kímplöntur.

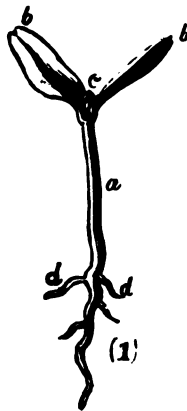
Kímið er fóstur plöntunnar. Utan um það er fræskurnið. Sum fræ eru ekki annað en fræskurn og kím, en í mörgum fræjum er mjölkendur vefur, fræhvítan, utan um kímið en innan við

fræskurnið. Fræhvítan er nesti kimsins og neytir það hennar meðan á spíruninni stendur. Kímið liggur í dái í fræinu og raknar ekki við fyr en spírún byrjar, en til þess þarf meðal annars ákveðið hita- og rakastig loftsins.

Á kími flestra tegunda eru aðallimir fullvöxnu plöntunnar mótaðir. Kímsstöngullinn (2. mynd, a) er ekki skarpt greindur



1. mynd, hörfræ skorið þvers og að endilöngu; sk, fræskurn; fr., fræhvíta; k, kímknappur; R, kímrot; bl., kímbloð. (Schleiden).



2. mynd, hörkímplanta; d, frumrót farin að kvíslast; a, kímsstöngull; b, kímbloð; c, kímknappur.

frá kímrotinni (1. mynd, R) og eru mótin milli þeirra kölluð rótarhals. Af kímrotinni verður fyrsta rót plöntunnar (frumrótin, 2. mynd, d). Efst á kímsstönglinum eru kímbloðin 1 eða 2 (sjaldan fleiri) að tölu. Efst á kímsstönglinum er kímknappurinn (1. mynd, k; 2. mynd, c) umluktur af kímblaðinu eða kímbloðunum. Kímknappurinn er fyrsti endaknappur plöntunnar og verður af honum fyrsti ljóssprotinn.

Á kími fáeinna tegunda, einkum sníkjuplantna, markar ekki hið minsta fyrir limum. Þau kím líkjast því þali.

Kímplöntur. Þegar fræið spírar kemst kímrotin fyrst úr fræinu, þá kímsstöngullinn og

siðast kímbloðin. Venjulegast vex kímrotin allfjótt beint niður í jörðina. Kímsstöngullinn vex beint upp og hjálpar þannig oft til að draga kímbloðin úr fræinu. Hjá sumum plöntum komast kímbloðin ekki úr fræinu, en venjulegast er þó, að þau losna við fræið, verða laufblaðkend og vinna að næringu plöntunnar. Kímbloðin eru og mismunandi að tölu. Mikill flokkur blómplantna, tvíkímblaða plöntur, hafa tvö kímbloð, en hinn flokkurinn, einkímblaða plöntur, aðeins eitt. Barrtrje hafa mörg kransstæð kímbloð.

Tvíkímblaða plöntur og barrtrje. Tvíkímblaða blómplöntur og ýmsir berfrævingar hafa tvö kímbloð mótstæð, en fura, greni og hin barrtrjen eru með mörgum kransstæðum kímbloðum. Kímbloðin eru venjulega sporbaugótt, oddbaugótt eða lensulaga;

heilrend eru þau, stilklaus eða stilkub, stundum langstilkub. Kímblöð barrtrjáanna eru striklaga. Stundum eru kímblöðin flípótt, t. a. m. tvískift hjá krossblómum og nokkrum öðrum tegundum, þrískift hjá sumum, skökk hjá hveitiblöðkunni (bókhveiti) og nokkrum öðrum plöntum. Kímplöntur eru talsvert frábrugðnar hver annarri og má því skipa þeim í ýmsar deildir. Vjer látum þó nægja að drepa á tvær höfuðdeildir. Í annarri deildinni verða kímblöðin laufblaðkend og vinna fæðu handa plöntunni úr kolsýru loftsins, en í hinni deildinni eru þau frælæg (eða »jarðlæg») þ. e. þau komast ekki úr fræinu.

A. Kímblöðin verða laufblaðkend. Á 3. mynd A, er sýnd ung kímplanta, rót og stöngull eru komin úr fræinu en kímblöðin

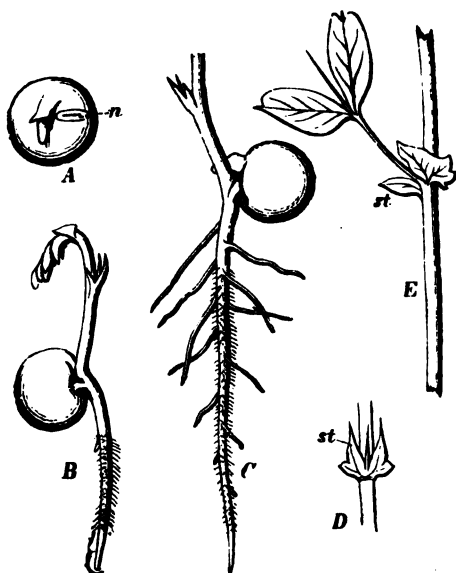


3. mynd. Kímplöntur. A—C, af körfublóma tegund. F, Kímplanta af *Clintonia pulchella*; G, af skylla blómi sjá textann. (G. Klebs).

eru ennþá innilukt. B, er ofurlítið eldri planta, kímstöngullinn er orðinn knjábeygður efst og blöðin eru farin að koma út úr fræinu. C, er eldri planta, blöðin eru orðin laus úr fræskurninu en lafa enn þá niður með stönglinum. Rótin er alsett rótarhárur og hefur náð meiri þroska en stöngullinn og blöðin, enda er og tíðast að svo sje. En stundum vex rótin mjög lítið meðan á spíruninni stendur og koma þá fram mörg hár kransstæð á rótarhálsinum, er styðja plöntuna til bráðabyrgða (3. mynd, F). Kímstöngullinn getur og verið stuttur, en þá eru kímblaðastilkarnir knjábeygðir og draga blöðin út úr fræskurninu (3. mynd, G).

B. Frælæg kímblöð. Aðeins fáar tvíkímblaða plöntur og

berfrævungar hafa þess háttar kímblöð. Þau eru venjulegast í fræhvítulausum fræjum; eru þau allþykk, flöt á aðra hliðina en hvefð á hina. Oft eru þau og samvaxin að meira eða minna leyti. Blöð þessi eru forðabúr kímsins, og eru þau full af næringar-



4. mynd. Erta að spíra. A, kímrótin kemur í ljós; n, naflinn á fræinu. B, eldri planta, kímblöðin hulin í fræskurninu, kímbrumið er lotið; C, neðri partur af ennþá eldri plöntu, kímblöðin í fræskurninu; D, annað lágblað kímplöntunnar, er það nær því tóm axlablöðin, en týtan milli þeirra er blaðkan; E, partur af stönglinum fyrir ofan D, blaðkan er samsett af tveim smáblöðum.

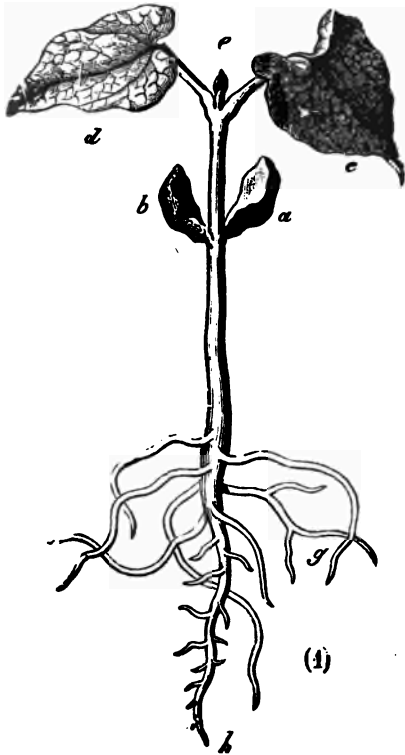
efnum. Kímið eyðir þessu nesti meðan á spíruninni stendur og kímblöðin skorpna og þorna upp eftir því sem gengur á forðann, og komast ekki úr fræskurninu. Dæmi upp á þetta er ertan (4. mynd). Rótin vex venjulega fjótt og er alsett rótarhárum og kímstöngullinn er stuttur, en kímknappurinn er stór og vex fjótt. Þessháttar kím er hjá ertum, baunum, flækju, eik, hrosseik og öðrum fleiri.

Venjulegast er næsta gölggur munur á laufblaðkendum kímblöðum og frælægum, en þó eru sambrigði kunn t. a. m. baunategundin, er sýnd er á 5. mynd. Kímblöð þessarar tegundar losna

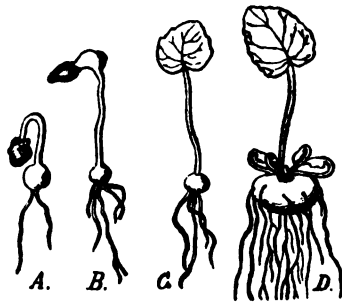
við fræið, komast upp úr jörðinni og sitja um hríð á plöntunni, verða græn að lit en vaxa þó ekki og eru ávalt þykk.

Sumar tegundir tvíkímblaðaða flokksins hafa þó ekki nema eitt kímblað, svo sem knollsóley, lyfjagras og aðrar fleiri (6. mynd). Sumar af plöntum þessum eru með jarðlægum knollsprotum og er því alllíklegt að hjer sje um sambreyting að ræða, þ. e. um leið og sú breyting verður á, að annað kímblaðið hverfur, verður og sú breyting að knollur myndast. Allmiklar líkur eru til að plöntur þessar sjeu komnar af tvíkímblaða forfeðrum, og bendir ýmislegt í þá átt; meðal annars þekkjum vjer plöntur með

misstórum kímbloðum og hjá sumum tegundum er munurinn svo mikill að það bólar aðeins ofurlítið á öðru kímblaðinu. Blaðið heldur áfram að minka og að lokunum verður það svo lítið að þess verður ekki vart og því næst hverfur það algjörlega. Þannig er því varið hjá plöntunum, sem nefndar voru.



5. mynd, kímplanta af baun (*Phaseolus vulgaris*), a—b, kímb'öð; c—d, fyrstu laufblöðin; e, endabrum; h, frumrót; g, greinar frumrótarinnar.

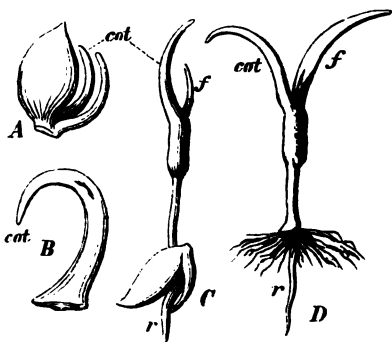


6. mynd. *Cyclamen europæum*. kímsköngullinn verður að knolli. (E. Warming).

Einkímblaða plöntur. Kímblaðið er í beinu áframhaldi af kímskönglinum. Er það venjulegast keilulaga, jafnmjókkandi fram, en blaðslíðrið lykur um kímknappinn. Knappurinn er lítill og ofurlítið hliðstæður, vex hann því út um blaðslíðurrifuna er fræið spírar (7. mynd).

Stundum losnar kímblaðið alveg við fræskurnið og verður

algrænt, einkum þegar engin fræhvíta er í fræinu (t. a. m. hjá nykru, 7. mynd). En algengast er að fræin hafa fræhvítu og venjulegast er þá blaðbroddurinn eða alt kímblaðið innilukt í fræinu og matreiðir nestið, þ. e. sýgur í sig fræhvítuna. Hjá mörgum plöntum, sem hafa kímblaðendann geymdan í fræinu, verður ekki



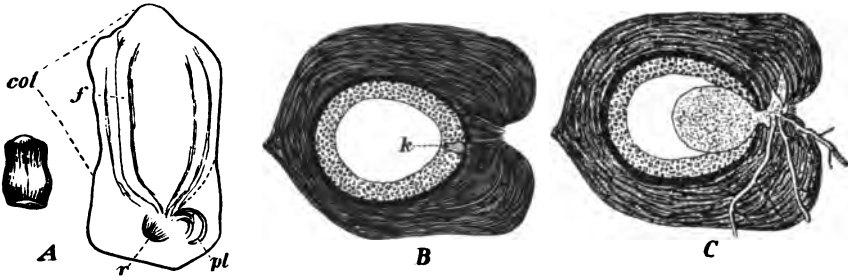
7. mynd. Nykra A, kímið að spíra, cot, kímblaðið, hefur það sprengt fræskurnið. B, einangrað kím, efri parturinn bogni er kímblaðið, slíðurrifan er sýnileg og þar fyrir innan er kímknappurinn. Neðst er rótarhálsinn, digur mjög, en kímrótin er mjög lítil. C, kímplanta með fræskurnið neðst, r, frumrót, cot, kímblað; f, fyrsta laufblað vex út úr kímblaðslíðrinu; D, eldri kímplanta, cot, kímblað; f, laufblað; hákrans á rótarhálsi. (Irmisch).

vart nokkurs vaxtar í hinum innilukta blaðhluta og hann visnar er fræhvítunni er lokið og fræskurnið fellur af. En hjá öðrum kímplöntum vex hinn innilukti blaðhluti og verður að nokkurskonar sogfæri. er kímið neytir fræhvíttunnar með. Ljósasta dæmi þessa er kókospálminn. Mestur hluti kímblaðsins er inniluktur í hnotinni, er kímið spírar, og blaðið vex og sýgur í sig fræhvítuna, og að lokum fyllir það alveg út í steininn og er þá orðið mörgum sinnum stærra en kímið var upprunalega. (8. mynd).

Hjá grastegundum er kímblaðið alt innilukt í fræskurninu

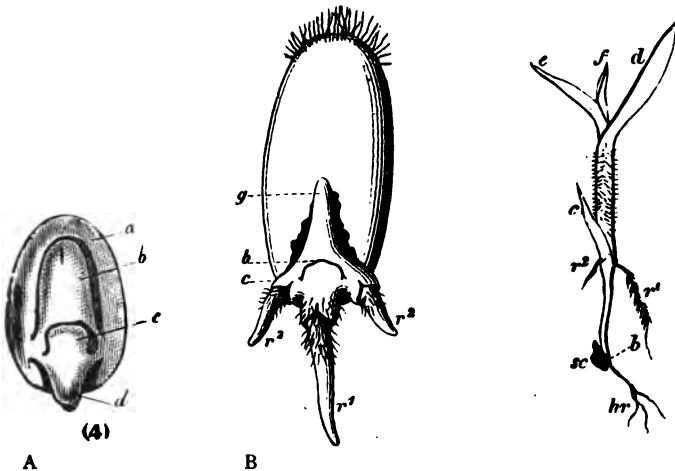
meðan spírun á sjer stað. Graskímið hefur lítinn kímstöngul en stóran kímknapp. Ysta blaðið á kímknappnum er næsta blað eftir kímblaðið, er það nær því tóm blaðslíður og er stundum kallað kímblaðslíður. Á slíðurblaði þessu er rifa að ofanverðu og um hana koma hin blöðin í ljós þegar fræið spírar (9. mynd, A). Neðan við kímstöngulinn tekur við allmikill frumuvefur, er lykur um kímrótinu (9. mynd, A, d). Á kímstönglinum er kímblaðið, er það þykt í sjer og skjaldlaga (9. mynd A. a). Auk þess er og hjá nokkrum grastegundum hreisturkent blað (9. mynd, A, c; B, b) á kímstönglinum (líklega sjálfstætt blað). Við spírunina vex bæði kímknappur og rætur út úr fræskurninu en kímblaðið er ávalt innilukt. Frumrótin vex gegnum frumuvef þann, er nefndur var (9. mynd, A, d.), og lykur hann sem rótar-

slíður um efsta hlutann. Auk frumrótarinnar koma hjárætur þegar í ljós (9. mynd, B, r^2).



8. mynd. Kokospálmi; A, kímið í eðlilegri stærð og nokkuð stækkað; cot., kímblað; f, leiðingarstrengir; pl. kímknappur; rifan í blaðslíðrinu er táknúð með punktalínu; r, rót. B, kókoshnot skorin að endilöngu; k, kímið, það liggur í fræhvítunni en fræhvítan er hol; steinlagið er þynnra þar sem kímið er, utan um steininn er trefjalagið; C, fræ að spíra, kímblaðið er farið að breytast í sogfæri en verður miklu stærra síðar, kímknappur og rætur farnar að þróast.

(E. Warming)



9. mynd, hveitikím, og hveiti að spíra. A, einangrað kím (stækkað fjórum sinnum); a, kímblað; b, kímknappur; c, hreisturkenda blaðið (sjá textann); d, frumuvefurinn um kím-rótina (sjá textann). (Schleiden).

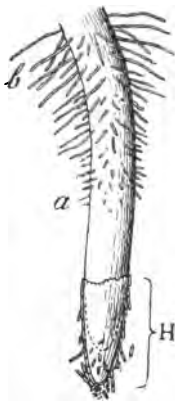
B, hveiti að spíra; g, kímknappur (fræskurnið brotið og knappurinn kominn út; r^1 , kím-rótin með rótaarslíður efst; r^2 , hjárætur; b, hreisturkenda blaðið. (E. W.)

10. mynd, eldri kím-planta af annarri kornategund; hr, frumrót; sc, kímblað (fræskurnið er tekið burt); c, slíðurblaðið; d, e og f fyrstu laufblöðin r^1 og r^2 , hjárætur. (E. W.)

2. Rótin.

Þegar fræið spirar vex frumrótin beint niður í jörðina. Verður það mest af völdum þyngdarinnar þ. e. jörðin dregur rótina til sín. Köllum vjer því að rótin sje jarðgjörn. Stundum hefur ljósið þó meiri áhrif á stefnu rótarinnar en þyngdin t. a. m. hjá mistilteininum¹⁾. Rætur hans flýja ljósið en hirða ekki um þyngdarstefnuna. Rótin er því ljósfælin.

Aðalvöxtur rótarinnar er neðst í enda rótarinnar innanvið rótbjörgina. Rótbjörgin lykur um enda rótarinnar og er að lögun svipuð fingurbjörg eða hettu. Hún vex stöðugt innan frá en eyðist að utan, og er hlífiskjöldur rótaroddsins í jarðveginum (11. mynd).



11. mynd. Rótarendi (stækkaður); H, rótbjörgin (púnktalínan afmarkar sjálfan rótaroddinn inni í rótbjörginni); a, yngstu rótarhárin; b, elstu rótarhárin.

Hverri rót má skifta í 4 hluti eða belti. Neðst er rótaroddurinn og rótbjörgin; belti þetta er stutt en vex seint þótt þar sje vaxtararinn rótarinnar. Annað beltið er ofan við rótarbroddinn. Það er stutt (hjer um til 2—10 mm.); þar er lengdarvöxturinn örastur. Þá kemur þriðja beltið, hárbeltið, er það alsett rótarhárur. Belti þetta hefur ekki lengdarvöxt, en það tekur vatn og næringarefni úr jörðinni og hafa rótarhárin það hlutverk. Eftir því sem rótin vex færast hárbeltið niður á við og falla hárin þá af að ofan. Fjórða beltið er öll rótin ofanvið hárbeltið; hárin eru horfin með öllu og mikil breyting er orðin á byggingu rótarinnar og mun þess síðar getið.

Frumrótin nær miklum þroska og kvíslast allmjög hjá berfrævingum og tvíkímblaða plöntum. »Stólparót« er hún kölluð þegar rótarbolurinn er digur en rótargreinarnar finar og smáar (t. a. m. rour). Rætur burknunga og einkímblaða plantna eru nefndar trefjarætur; frumrótin er veigalítill og kvíslast lítið, og líkist að öllu hjárotunum, er koma hjerumbil jafnsnemma í ljós. Frumrótin deyr oft algjörlega út hjá þessum plöntum.

Rótargreinarnar vaxa á ská niðurávið út frá stofni rótarinnar og eru því nokkuð jarðgjarnar. Þær eru því yngri sem nær dregur

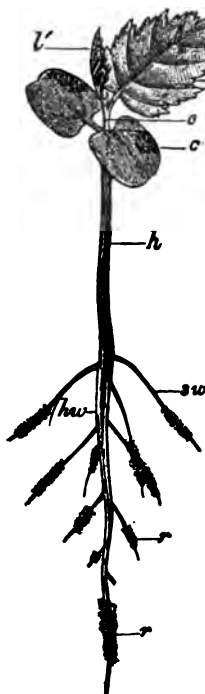
¹⁾ Mistilteinninn vex á trjám.

rótarbroddinum. Rótargreinarnar eru alsettar smágreinum og liggja þær í allar áttir í jörðinni. Rótargreinarnar hafa ákveðna skipan á bol rótarinnar og koma þannig fram ákveðnar lengdarraðir af greinum. Hjá fákvísluðum rótum eru raðirnar ógreinilegar en oftast má þó greina þær. Krossblómin hafa 2 langraðir greina á rótarbolnum, smárinn 3 og skýlublómin 4. Ýmsar plöntur hafa fleiri raðir en þó er það sjaldgæft.

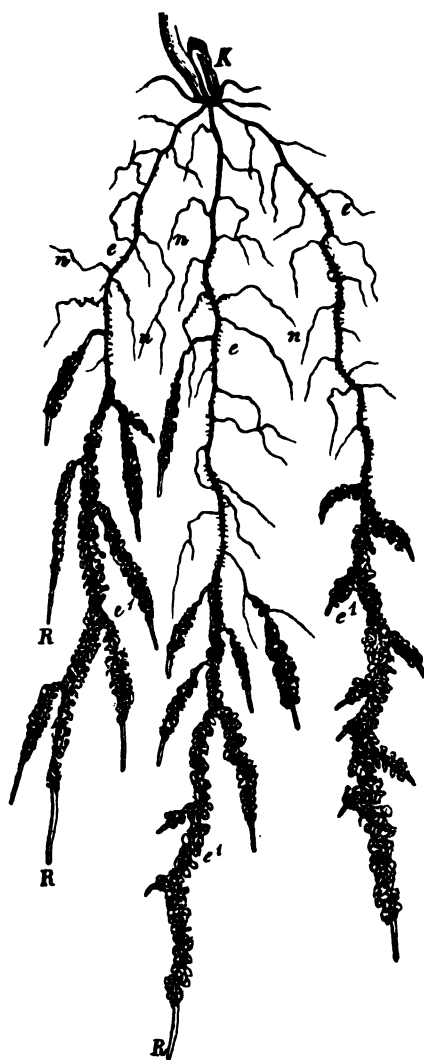
Það er ekki ávallt eins auðvelt og margur hyggur að greina rót frá stöngli. Jarðsprotar líkjast oft rótum að lit og útliti, en sá er þó munurinn, að jarðsprotarnir bera blöð og brum í ákveðinni skipan, en rótin ber aldrei blöð. Brumknappar koma stundum fram á rótum en þá eru þeir með mjög svo óreglulegri skipan.

Rótin er einskonar limur á líkama plöntunnar. Hún hefur ýmsum störfum að gegna, og verður því, eins og hvert annað líffæri, að hafa þá lögun og bygging, er störfin krefja. En störfin eru mismunandi og ræturnar eru og frábrugðnar að útliti og bygging.

Aðalstarf rótarinnar er að halda plöntunni fastri í jörðinni og taka vatn og næringarefni þaðan. Rótin er vel vaxin starfinu sökum þess hve kvísluð hún er. Er því líkast sem plöntunni sje fest í jörðina með ótal strengjum í allar áttir. Yfirborð rótarinnar verður og miklu stærra sökum kvíslunarinnar og hinna ótal rótarhára og verður því svæði það tiltölulega stórt, sem plantan getur leitað forða í. Þesskonar rætur eru algengastar (sjá 12. og 13. mynd) og eru þær nefndar *sogrætur*. Rótin er ekki græn að lit, því hennar vanabústaður er moldin, en þar kemst sólarbirtan ekki að. Þó eru stundum grænkorn í sumum rótum, er vaxa í vatni eða lofti (vatnarætur, loftrætur) og stundum kveður svo mikið að grænkornunum, að



12. mynd. Kímplanta
hw, frumrót (stólparrót),
sw, rótargreinir;
r, rótarhár;
h, kímsstöngull;
c, kímbloð;
o, stöngull;
l, laufblöð.



13. mynd. Trefjarót af hveiti, nýkipt upp úr moldinni. R, rótaoddur; e¹, róthárbeltið (moldin hangir við hárin); e og n, eldri partar rötarinnar, rótarhárin eru dottin af og hangir því engin mold við.

ræturnar hafa á hendi störf blaðanna og vinna sæðu úr kolsýru loftins. Þetta á sjer þó aðeins stað hjá fáum tegundum í suðrænum löndum.

Þá hafa og rætur ýmsra plantna sjerstaka byggingu og er hún í samræmi við störf þau, sem hún hefur umfram að taka móti næringarefnum og festa plöntuna í jörðinni. Til dæmis má taka öndunarrótina hjá ýmsum plöntum, er vaxa í leðju. Starf hennar er að flytja hreint loft til rótanna niðri í efjunni. Þá er og loftrótin. Hún safnar rigningarvatni til afnota fyrir plöntuna. Klifrótin festir sumarplöntur á trje og kletta. Er hún einskonar loftrót, þótt vatnsleiðsla sje ekki aðalstarfið. Stoðrætur hafa ýmsar trjáplöntur. Þornrætur hafa sumir pálmar, þ. e. rætur, sem eru umbreyttar í þyrna. Sníkjurótin leitar næringar í öðrum plöntutegundum. Hún er mjög breytileg að útliti.

Forðarót er ein tegund róta kölluð. Nafnið stafar af því að rætur þessar geyma í sjer næringarefni, forða um dátímann og taka plönturnar til þessa forða þegar gróðrar-

tíminn byrjar og sprotarnir fara að vaxa. Rætur þessar hafa svipaða lögun og knollur, það er að segja þær eru digrar og kjötmiklar. Þær eru venjulegast ókvíslaðar og skammærar og lifa aðeins frá sumri til sumars. Forðarætur eru að uppruna sumpart frumrætur og sumpart hjárætur.

Hjá ýmsum tvíærum plöntum er frumrótin digur og kjötmikil þ. e. forðarót. Til dæmis má nefna næpur, gulrófur, gulrót og önnur skýlublóm, runkelrófur og rauðrót. Frumrætur ýmsra fjölærra plantna t. a. m. fífilsins eru og digrar og geyma næringarefni um dátímann ár eftir ár. (Hreðkan er ekki umbreytt rót, heldur er það kímstöngullinn, sem fengið hefur knollslíki).

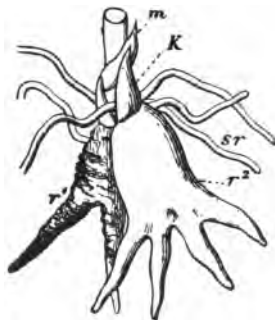
Hjárætur ýmsra plantna breytast og í knollrætur. Til dæmis má taka knollsóley og brönuhrasategundir. Undir brönuhrasinu eru tvær knollrætur að sumrinu, hver við hliðina á annarri. Önnur (gamla rótin) er dökkleit, hrukkótt og ljett, forðinn er þorrinn, því plantan hefur neytt hans. Hin



14. mynd. A, brönuhrasategund, með knollrótum.



C, knollrót af brönuhrasategund, efst er brumið (K).



D, Neðsti hlutinn af brönuhrasi (orchis maculatus) í júní mánuði, r¹ gamla rótin; r² unga rótin; K, brumið; sr, sgrætur.

rótin (unga rótin) er hvítleit, sljett og gljáandi, þrungin af forða. Á efri enda ungu rótarinnar (14. mynd) er brumið. Það þróast með vorinu og neytir þá forðans í rótinni. Þróunarsaga þessara róta er þannig: Fyrst kemur í ljós ofurlitill brumknappur í neðstu blaðkverk plöntunnar, þá fer rótin að vaxa í neðsta hluta brumsins og ryður sjer að lokum braut gegn um brumgrunninn. Þegar rótin er fullvaxin er hún margfalt stærri en brumknappurinn, sem hún varð til af (14. mynd, D).

3. Stöngullinn.

Stöngull og blað eru svo nátengd, að hvorugt má annars án vera. Þau eru með öðrum orðum samfara hugtök og vjer getum ekki hugsað oss stöngul án blaða eða blöð án stönguls. Sproti heitir stöngull með tilheyrandi blöðum, og stafar hvort-tveggja frá sama vaxtararni.

Þegar fræið spírar vex frumsprotinn beint upp úr jörðinni, en frumrótin vex niður í moldina. Rótin er jarðgjörn og ljósfælin (sjá 8 bls.) en sprotinn er ljósgjarn og jarðfælinn. Eiginleikar þessir standa í beinu sambandi við lífsstarfið. Aðalstarf sprotanna er að gjöra lífræn efni af kolsýru loftsins og að mynda æxlunarfæri plöntunnar, en til þess að inna það alt af höndum er birtan nauðsynleg. Sprotarnir leita því ljóssins eða vaxa upp úr moldinni.

Efst í toppinum er vaxtararinn stöngulsins. Hann er ekki útbúinn með neinni skýlu, sem svari til rótþjargarinnar. Blöðin koma þegar fram og eru því yngri sem ofar dregur. Í byrjuninni líta blöðin út sem ofurlitlar ójöfnur á yfirborði stöngulendans; þau vaxa fyrst um sinn örara en stöngullinn og ytra borðið vex örara en innra borðið. Blöðin sveigjast því innávið og upp yfir stöngulendann (15 og 16. mynd) og eru vaxtararninum til varnar, einkum við ofmiklum þurki.

Stöngulkollurinn er kallaður brum, meðan hann er inniluktur af óþroskuðum blöðum. Brum er því óþroskaður sproti eða sprotaendi. Venjulegast er brumið ekki afmarkað greinilega að neðanverðu, þó sjást greinileg mörk hjá sumum vetrarknöppum (16. mynd, x). Brum köllum vjer og ungan og blaðlausan stöngul eða greinar-enda (sjá t. a. m. skýringu 15. myndar). Örsmáir brumknappar eru kallaðir »augu«, t. a. m. hjá kartöflunni.

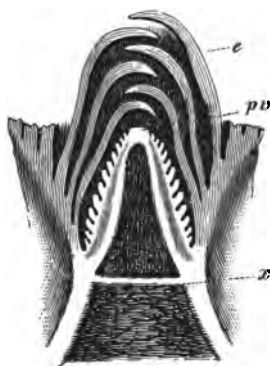
Stönguloddurinn hættir venjulega að vaxa þegar plantan er

fullþroska og endar þá í blómi eða blómskipan, en hjá sumum trjáplöntum deyr topp-brumið ár hvert (t. a. m. hjá víði, álmi o. ö. fl.). Þó er stöngulendi sumra plantna (t. a. m. hjá greni, furu o. ö. fl.) stöðugt í vexti meðan plantan lifir og það jafnvel þó hún verði mörg hundruð ára að aldri.

Meðan sprotinn er ungur eða meðan hann er á brumskeiðinu eru blöðin mjög þjettstæð. En þegar sprotinn fer að vaxa lengist bilið milli blaðanna, er verða gisnari eftir því sem stöngullinn vex



15. mynd. Skýringarmynd. Stöngulendi skorinn að endilöngu. V, vaxtararinn, l. er yngsta blaðið 2, næstýngsta blaðið og svo koll af kolli. Í kverk blaðanna 1—4 eru brumknappar ennþá ekki komnir fram, en í kverk 5. blaðsins og þeirra sem eldri eru sjást knappar og elstu knapparnir eru þegar farnir að mynda blöð.



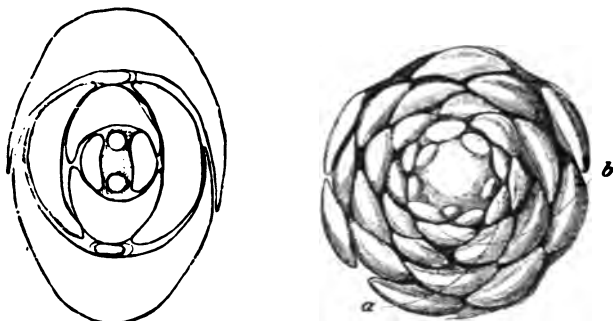
16. mynd. Topp-brum af greni-trje skorid að endilöngu. pv. stöngulkollurinn, neðan við hann er fjöldi ungra blaða. e, brumhlífar (ystu hlífarnar eru skornar af). x, takmörkin milli brumknappsins og síðasta ársprota.

og lítur svo út sem blöðin skifti stönglinum í liði. Blaðstæði köllum vjer þann hluta af yfirborði stöngulsins, sem blöðin eru fest á, en stöngulliður er bilið milli tveggja blaðstæða. Vjer teljum svo að hvert blað heyri til þeim lið, sem er neðanvið það. Útlit plöntunnar er mjög mikið undir því komið hvort liðirnir eru langir eða stuttir. Sjeu liðirnir langir köllum vjer að sprotinn sje liðalangur, en liðastuttur sjeu þeir stuttir. Á fyrsta árinu eru stöngulliðir tvíærri plantna svo örstuttir að blöðin nálega snerta hvert annað; það köllum vjer að blöðin sjeu í hvirfing.

Lengdarvöxtur stöngulsins er örastur ofurlítið neðanvið sjálfan stönguloddinn á stuttu bili. Sama átti sjer stað hjá rótinni. Margar plöntur hafa auk toppvaxtarins vaxtararinn á öðrum

stöðum í stönglinum (t. a. m. grasategundir, þær hafa vaxtararinn neðst í hverjum stöngullið).

Blaðskipan. Blöðin koma fram á stöngulendanum hvert upp af öðru og eru svo þjettstæð að þau liggja saman. Þau koma fram í ákveðinni skipan og er sú skipan mest undir því komin, hve stór blöðin eru á fyrsta þroskaskeiðinu. Yfirleitt má svo að orði komast, að blöðin vaxi þar sem rýmst er um á yfirborði stöngulsins (sjá 17. og 18. mynd), en við það verður blaðskipanin föst og ákveðin.



17. og 18. mynd. Stöngulendar tveggja plöntutegunda að ofan, með mótstæðum blöðum (í 17. mynd) og misstæðum eða skrúfstæðum blöðum (í 18. mynd). Myndirnar sýna að yngstu blöðin vaxa þar sem rúmbest er milli eldri blaðanna.

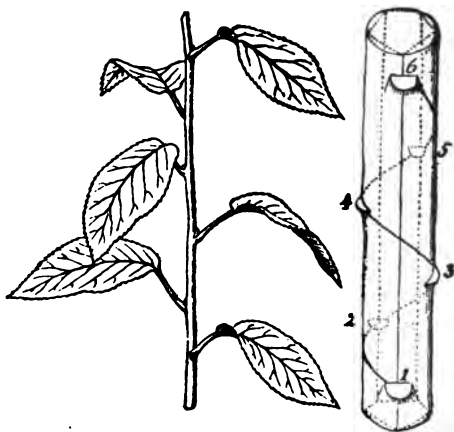
Vjer köllum að blöðin sjeu samstæð þegar 2 eða fleiri standa jafnhátt á stönglinum, og eru þau venjulega mynduð jafnsnemma. Sjeu blöðin aðeins tvö og standi hvert gagnvart öðru eru þau mótstæð (sjá 19. mynd) og er þá bilið á milli þeirra helmingurinn af ummáli stöngulsins eða 180° . Sjeu blöðin



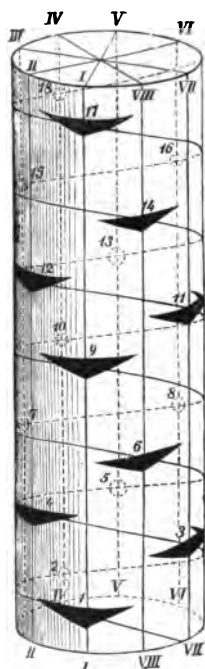
19. mynd Mótstæð blöð.

3 eða fleiri (t. a. m. 3, 4, 5, 6) eru þau kransstæð og bilið milli þeirra $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{6}$ af ummáli stöngulsins. Blöðin standa og í ákveðnum langröðum á stönglinum og fer tala raðanna eftir því, hve mörg samstæðu blöðin eru, þannig að raðirnar verða helmingi fleiri en blöðin. En því er svo varið, að blöðin í næsta kransinum eru beint yfir millibílinu milli blaðanna í hinum. Sjeu blöðin mótstæð eru langraðirnar 4 (mariuvöndur, brenninetla). Sjeu kransarnir 3- eða 5-blaða eru raðirnar 6 eða 10 (lófótur, mari, elfting o. fl.). Blómblöðin eru alþekt dæmi kransstæðra blaða.

Misstæð köllum vjer blöðin þegar hvert þeirra stendur eitt sjer mismunandi hátt á stönglinum (20. mynd). Þau eru og í ákveðnum langröðum og lárjetta fjarlægðin milli tveggja nabúa-blaða, ef vjer hugsum oss að þau standi jafnhátt, er ákveðinn hluti af ummáli stöngulsins. Langraðirnar eru tvær og blöðin víxlstæð þegar bilið á milli þeirra er helmingurinn (180°) af ummáli stöngulsins (t. a. m. grasategundir). Sje bilið milli blaðanna $\frac{1}{3}$ (120°) af ummáli stöngulsins eru langraðirnar 3 og 4. blaðið stendur beint yfir 1. blaðinu (hálfgrös). Ef millibilið er 144° (eða $\frac{2}{5}$ af ummáli stöngulsins) eru langraðirnar 5 og 6. blað stendur beint yfir 1. blaðinu. Sje bilið $\frac{3}{8}$ (135°) eru raðirnar 8 o. s. frv.



20. mynd. $\frac{2}{5}$ -blaðskipan.



21. mynd. $\frac{3}{8}$ -blaðskipan. Blöðin eru táknuð með svörtum þríhyrnum á þeirri hlið stöngulsins, er að oss veit, en með örmáum hringum á hinni.

Þessi millibil eru hin allra algengusta, og blaðskipanirnar: $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{2}{5}$, $\frac{3}{8}$, $\frac{5}{13}$, $\frac{8}{21}$, $\frac{13}{34}$ o. s. frv., eru nefndar aðalskipan. Hæstu tölurnar hittum vjer í mjög líðstuttum sprotum (svo sem greni-könglum, hvirvingum, blómskipan körfublómanna o. ö. fl.).

Brotin koma þannig fram að teljarar tveggja fyrstu brotanna og nefnarar eru lagðir saman, þvínæst teljarar og nefnarar annars og þriðja brotsins og svo koll af kolli. Fyrsta brotið $\frac{1}{2}$ (180°) er stærst, annað brotið $\frac{1}{3}$ (120°) minst og öll hin eru þar á milli

($\frac{1}{2} > \frac{1}{3} < \frac{2}{3} > \frac{3}{4} < \frac{4}{5} > \frac{5}{6} \dots\dots$; smámsaman nálgast brotin ákveðið meðalgildi: $137^{\circ}30'28''$). Ýmsar aðrar skipanir eru og til t. a. m. $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}$ o. s. frv. eða $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}$ o. s. frv.

Misstæð blöð (og greinar) eru og kölluð skrufstæð. Hugsí maður sjer línu dregna, neðanfrá og uppeftir stönglinum þannig að hún liggi um hvert blaðstæði verður lína sú eins konar skrufgangur. Sje skrufgangurinn snúinn til vinstri handar þegar litið er upp eftir honum, er hann nefndur vinstriskrufa, en hægri-skrufa sje hann snúinn til hægri handar. Teljarar brotanna sýna, hve margar umferðir um stöngulinn skrufulínan fer þangað til komið er að blaðstæði beint yfir blaðinu, sem byrjað var á. En nefnararnir sýna, hve mörg blaðstæði skrufulínan liggur um.

4. Blaðið.

Blöð vaxa aðeins á stönglum einsog getið var, þau myndast í yfirborði stöngulsins rjett neðan við stönguloddinn og eru því yngri sem ofar dregur. Blöðin hafa ákveðna skipan á stönglinum og var þess getið í kaflanum á undan.

Blaðið er venjulegast þunnt og flatt og blaðkan gengur oftast-nær lárjett út frá stönglinum. Efra borðið er frábrugðið neðra borðinu. Efra borðið veit beint upp þegar blaðið er fullþroska, en meðan það er óþroska veit það að stönglinum. Það er venjulegast til muna dökkgrænna en neðra borðið. Neðra borðið veit niður á fullþroska blaði en útávið meðan blaðið er ungt. Það er miklu taugaberara en efra borðið. Að því er innri bygging snertir, er mikill munur á efra og neðra borði blaðanna og skal þess getið síðar. Stundum eru blöðin næstum því sívöl (helluhnoðri) og hjá sumum plöntum eru þau reist á rönd (bjarnarbroddur, sverðlilja), þ. e. að segja blaðkan er lóðrjett og snýr röndinni að stönglinum. Sjeu blöðin reist á rönd eru þau eins á bæði borð, og þá er ekki heldur mikill munur á efra og neðra borði mjög uppstæðra blaða, þótt þau snúi fletinum að stönglinum. Þesskonar blöð eru kölluð jafnbyrt.

Laufblaðið er fullkomnast allra blaða. Það skiftist í þrent: blöðku, legg og fót. Blaðkan er efsti hlutinn; hún er þunn og flöt og veit lárjett út frá stönglinum. Lögunin er með ýmsu móti.

Leggurinn tekur við af blöðkunni. Er hann annaðhvort með öllu sívalur, eða aðeins sívalur á neðra borði en flatvaxinn á efra borði.

Fóturinn er neðsti hluti blaðsins. Er hann með ýmsu móti. Oft ber allítið á honum og lítur hann þá út sem ofursmár hnúður á neðri enda leggsins. Í öðrum tilfellum ber mikið á honum. Blaðslíður grasategundanna eru fótur blaðsins. Slíður grasa (22. mynd.) og starategunda lykja alveg um stöngulinn og eru því stönglinum mjög til stuðnings. Hin stóru slíður skýlublómanna eru ekki heldur neitt annað en blaðfóturinn (23. mynd). Hjá sumum plöntum, þó einkum tvíkímblöðungum, er fóturinn ennþá meira umbreyttur, og orðinn að tveimur, blaðkendum sepum, axlablöðum, er sitja hver til sinnar hliðar við neðri enda leggsins. (24. mynd). Axlablöðin eru niðurbreið, og meira eða minna skökk að lögun. Í fyrstu (þ. e. í bruminu) vaxa axlablöðin (og blaðfóturinn yfirleitt) miklu örara en leggurinn og blaðkan; aðalstarf þeirra í bruminu er að hlífa blöðku síns eigin blaðs og yngri blöðunum gegn þurki og ofmikilli birtu. Þegar þau eru fullvaxta hafa þau á hendi svipað starf og blöðkurnar þ. e. að vinna fæðu úr kolsýru loftsins.



22. mynd. Gras-
tegund. Stöngul-
liðirnir er inni-
luktir af blað-
slíðrinu.

Bláðtaugar. Lægstu mosategundirnar eru með örpunnum blöðum og eru þar í engar taugar. Hámosarnir eða blaðmosarnir hafa einskonar miðtaug í blöðkunni, sem aðallega er henni til stuðnings. En allar hærri plöntur eru útbúnar með taugum í blöðunum. Aðaltaugarnar eru annaðhvort ein eða fleiri í sama blaði, og er hið síðastnefnda venjulegast. Aðaltaugarnar skifta sjer í minni greinar og þær halda áfram að kvíslast og að lokunum er eins- og tauganet sje riðið inn í blöðkuna. Starf tauganna er bæði að bera blöðkuna og flytja vatn og önnur næringarefni; þær hljóta því að standa hver í sambandi við aðra í blaðinu og þess utan eru þær í sambandi við svipaðar taugar í stöngli og rót. Taugarnar eru inni í blaðholdinu, einkum tinni taugarnar eða »æðarnar«. Þar



23. mynd. Skýlublóm.

ven aðtaugar liggja kemur fram einskonar upphækkun þríf. annars á neðra borði blaðsins. Rífin bera blaðið og eru þau því sterkari sem blaðið er stærra og þynnara.

Taugarnar kvíslast á ýmsan hátt og ma síða blöðunum í flokka þar eftir. Helstu flokkarnir eru:

A. Beintauga er blaðið kallað þegar þeirri tauga ganga til blaðsins frá stönglinum. Blaðstuturinn er venjulegast breiður og bláur randheill. Þar eru beinar og nokkurnveginn samhliða í blöðk-



24. mynd. Ert.

unni en nalgast þó hver aðra í blöðkudöðunum (22. mynd). Milli þeirra eru aðeins mjög tínar smataugar. Taugarnar liggja því betur samhliða sem blaðið er lengra. En sjá blaðið stutt og breitt verða taugarnar bogadregnar. Það köllum vjer bogtauga blöð.

B. Handtauga er blaðið kallað þegar ójöfn tala (3,

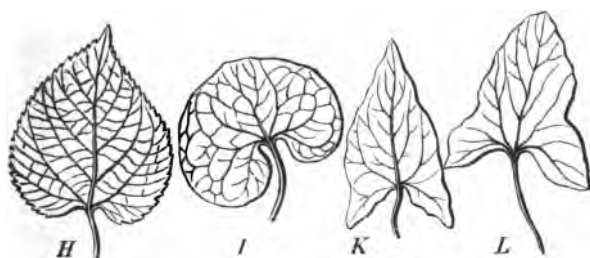
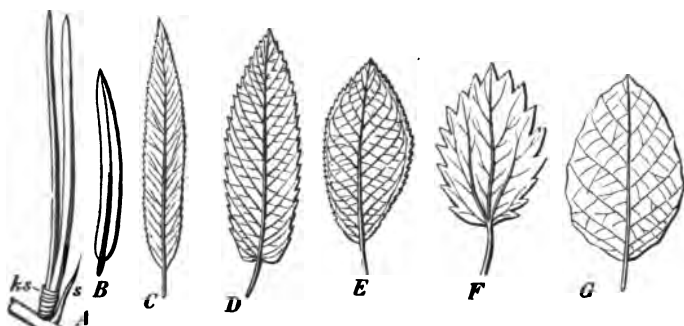
5, 7, 9) tauga gengur í blöðkuna frá stilknum; taugarnar fjarlægjast hver aðra meir og meir í blöðkunni og kvíslast meira eða minna. Miðtaugarnar eru venjulegast sterkastar. Stjarnntauga blað er kallað þegar stilkurinn er festur við blöðkuna innan við blaðröndina, og taugarnar liggja þaðan í allar áttir; blaðkan er venjulega hjerumbil kringlött (vatnsnafli).

C. Fjaðurtauga er blaðið kallað þegar sterk miðtaug liggur frá blöðkugrunninum mitt gegnum blaðið til oddsins, en hliðtaugar ganga út frá henni einsog fanir á fjöður.

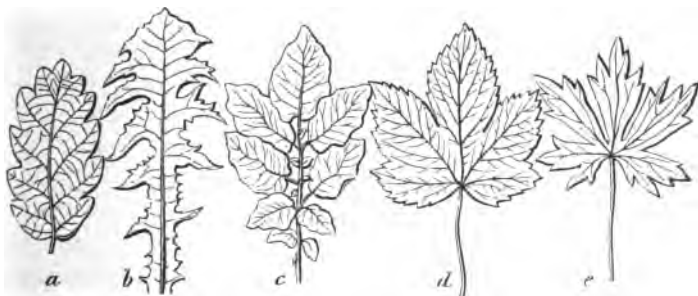
Stöðvefir eru í blaðröndinni til að styrkja blaðið og hindra að það rifni. Taugarnar sameinast og oft í blaðröndinni á ýmsan hátt, og stuðlar það og að því að gjöra blaðröndina sterkari.

Blöðin eru margbreytt að lögun (sjá 25.—27. mynd) og er hún táknúð ýmsum nöfnum í piöntulýsingum (sjá myndaskýringarnar) og er þá venjulega farið eftir hlutfallinu milli lengdar og breiddar blaðsins (t. a. m. aflangt blað er 3—4 sinnum lengra en það er breitt). Þá er og lögun blaðoddsins og blaðgrunnnsins mismunandi. Blaðröndin er annaðhvort heil (25. mynd, I. K., 27. mynd, a) eða tent með ýmsu móti (sagtent 25. mynd, C—F,

tent 26. mynd, b). Sjeu skerðingarnar dýpri en svo að kalla megi að blaðið sje tent, er það skert. Eftir dýpt skerðinganna er blaðið kallað sepótt (26. mynd, a), flípótt (26. mynd, b, d) eða skift (26. mynd, c, e). Samsett blað er kallað þegar skerðingunum er þannig varið, að blaðið skiftist í marga jafnstóra og

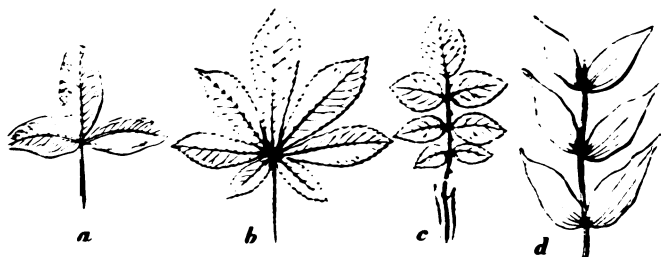


25. mynd. A, nállaga blöð af furu; B, striklaga blað; C, lensulaga blað; D, aflangt blað; E, F (netla), sporbaugótt blöð; G, eggulaga blað (beyki); H, hjartulaga blað, I, nýrlaga blað; K, örlaga blað; L, spjótlaga blað.



26. mynd. a, fjaðurskift blað (eik); b, klósagflípótt blað (fífill); c, bilbleðlótta blað (kartafli); d, e (sóley), handskift blöð.

eins lagaða bleðla, er a að sja líkjast sjálfstæðum blöðum. Stundum eru smábleðlarnir jafnvel stílkadír, og svo miklu sjálfstæði ná þeir stundum, að þeir losna hver fyrir sig frá hinum sameiginlega



27. mynd, samsett blöð. a, þrífingrað; b, sjöfingrað (hrossleik); c, ójafnfjaðrað (r/s); d, jafnfjaðrað.

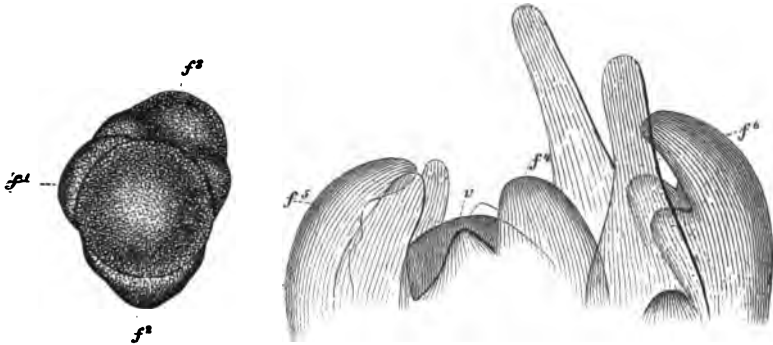
»stílk« þegar til lauffallsins kemur. (28. mynd). Bleðlar samsettu blaðanna eru og stundum samsettir (28. mynd.) og er blaðið þá tvísamsett. Stundum er það og þrisamsett.



28. mynd. Tvísamsett blað á lauffallskeiði, margir bleðlar eru fallnir, ljósmynd.
(E. W.)

Það er ekki ávalt svo auðvelt að greina samsett blöð frá skiftum blöðum, þó eru flípar eða bleðlar skiftu blaðanna talsvert misstórir og oft með frábrugðinni lögun, á skýlublómum og burknum verða þeir t. a. m. minni er til blaðoddsins dregur.

Þróun blaðsins. Í upphafi er blaðið aðeins ofurlítill arða á yfirborði stönguloddsins og vex þá nokkurnveginn jafnt alstaðar. En brátt deilist það í tvent: fót hlutann og blöðkuhlutann. Þá vex fóturinn örast um hríð og því eru slíðrin eða axlablöðin á vissu skeiði stærri en blaðkan. Því næst fer blaðkan að vaxa fyrir alvöru, en venjulega verður stilkurinn síðast fullvaxta (29. mynd).



29, mynd. Planta með axlablöðum. A, stönguloddurinn með yngstu blöðunum (f^1 , f^2 , f^3) sjeð að ofan. Á f^2 og f^3 sjeð þegar fyrir axlablöðunum. B, Stönguloddurinn (v.) sjeð til hliðar; f^4 er fjórða blaðið (1–3 blað er ekki teiknað), axlablöð og blaðka glögt aðskilið; f^5 , axlablöðin eru jafnstór og blaðkan; f^6 , axlablöðin stærri en blaðkan, blaðkan orðin þrisepótt. Blaðstilkurinn er fyrst byrjaður hjá 9. blaðinu.

Blöðin hætta venjulega fljótt að vaxa og þau ná sjaldan háum aldri. Flest blöð lifa aðeins um sumartímann eða gróðrartímann (örfáa mánuði) og sum, t. a. m. blómblöðin, aðeins örfáa daga. Laufblöð sígrænna plantna lifa þó lengur, furublöðin t. a. m. í 3 ár og greniblöðin 12–13 ár.

Þegar blaða er getið í mæltu máli er ávalt átt við laufblöðin. Þau eru stærst og margbreyttust allra þeirra blaðtegunda, sem plöntur eru útbúnar með. Það er svo sem auðvitað að laufblöðin eru ekki svo margbreytt af hendingu einni. Að svo komnu er oss þó ekki unt að skýra hvers vegna hver tegund hefur sína ákveðnu blaðlögun. En óhætt er að fullyrða að lögun og bygging blaðanna er komin undir starfi þeirra og líf skjörum að meira eða minna leyti.

Laufblöðin hafa á hendi afarþýðingarmikið starf. Þau eru einskonar meltingarfæri, og breyta mat plöntunnar í þau efni, er geta samlagast líkama hennar, þ. e. þau vinna fæðu plöntunnar úr kolsýru loftsins og efnum þeim, sem plantan fær úr jörðinni uppleyst í vatni. Til þess að inna þetta af hendi þarf blaðið fyrst og fremst að vera grænt, því kolsýran vinst ekki nema í grænum plöntulimum, og það þó þvíaðeins að ljósið hjálpi til. Lögun og skipan blaðanna verður því að vera þannig að þau nái sem mestu og bestu ljósi. Blaðið er því duglegra til að afla forða sem blaðkan er stærri að öðru jöfnu, og ljósið hefur því auðveldari gang gegnum blöðkuna sem hún er þynnri. Fjöldi laufblaða hafa því stórar og þunnar blöðkur, sem breiða sig út móti ljósinu.

Hjá sumum plöntum, t. a. m. skordýrætum, afla laufblöðin fæðu á annan og óvenjulegan hátt, en lögun þeirra og bygging fer líka eftir því og skal þess getið síðar.

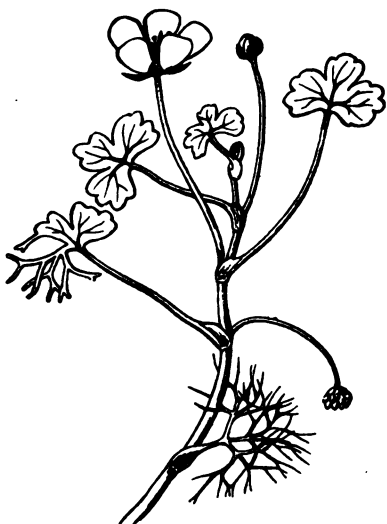
Þá er og eiming vatns í plöntunni að nokkru leyti komin undir lögun og bygging laufblaðsins. Sje blaðið stórt og þunt og hafi veika yfirhúð, eimist vatnið í plöntunni miklu fljótar, þ. e. með öðrum orðum: blaðinu er hættara við að visna. Lögun og bygging er því í nánú samræmi við uppgufan vatnsins á vaxtarstaðnum og hve auðveldan aðgang plantan hefur þar til vatns. Blöð lyngtegunda og grenitjá eru t. a. m. mjó (striklaga, nállaga eða hreisturlaga) og eru yfir höfuð þannig bygð, að þau tefja fyrir uppgufan vatnsins úr plöntunni. Blöð þessara tegunda hafa þannig lagað sig eftir lífskjörunum á vaxtarstaðnum, því þar er venjulega þurt um og ógreiður aðgangur til vatns. Plöntur þessar hafa mesta aragrúa af blöðum og venjulegast eru blöðin og því fleiri sem þau eru minni.

Kaflæg blöð hafa oft sjerstaka lögun, er hæfir þeim best í vatninu. Þau kvíslast í margar hárfínar greinar, en við það verður blaðflöturinn tiltölulega stærri og er það til gagns fyrir plöntuna (sbr. tálkn fiska). Blaðið lagar sig auðsjáanlega eftir lífskjörunum þ. e. að mara í vatninu. Sama plantan hefur oft tvenskonar blöð: margkvísluð kafblöð niðri í vatninu og flotblöð eða venjuleg laufblöð fyrir ofan vatnsflötinn (30. mynd).

Í regnskógum í hitabeltinu er blaðoddurinn oft með sjerstakri lögun. Hann er langur, mjór og boginn. Fyrir því hripar vatnið miklu betur af blöðunum, en þar er mikið regnfall (31. mynd). Blaðið hefur lagað sig eftir kjörunum að því er snertir hinn

drjúpandi odd. Þessi dæmi eru nægileg til að sýna, hvernig blaðið lagar sig bæði eftir starfinu og lífskjörunum.

Blaðstilkurinn er mjög mismunandi að lengd. Og stundum eru blöðin stílklaus þ. e. blaðstilkinn vantar. Lengd stílsins er í ákveðnu hlutfalli við blöðkuna. Breið blöð, t. a. m. hjartлага og nýrlaga blöð, eru venjulega mjög langstíkuð en mjó og löng blöð (t. a. m. sporbaugótt, aflöng og stríklaga blöð o. s. frv.) eru stílkstutt. Það er bersýnilega engin tilviljan að lengd stílsins er svo mismunandi. Væru t. a. m. breiðu blöðkurnar stílkstuttar mundu þær skyggja hver á aðra, en þá gætu blöðin ekki aflað



30. mynd. Tegund af vatnasóley. Efstu blöðin (4 að tölu) ná upp úr vatninu og hafa venjulega laufblaðslögun. Neðsta blaðið er í kafi og margkvíslað í mjóa flípa.



31. mynd. Regnblað með drjúpandi oddi (smækkað). (Stahl).

nægilegrar fæðu, en fyrir því að stilkurinn er langur fjarlægjast blöðkurnar stöngulinn meira og eru betur settar til að njóta ljóssins, og um leið til að afla fæðunnar.

Blöðin þurfa að vera í sem bestri birtu til þess að geta unnið starf sitt og fyrst þegar þess er gætt skiljum vjer blaðskipanina til hlítar. Blöðin halda sinni frumskipan (þ. e. þeirri skipan, sem þau í upphafi vaxa í á stöngulkollinum) á sprotum þeim, er vaxa beint upp og fá jafna birta frá öllum hliðum. Blaðraðirnar (sjá

hreifingar eiga sjer aðeins stað meðan blaðið eða stöngullinn er í vexti — þær eru nefndar vaxtarhreifingar. — Sje blaðið fullþroska, getur það ekki breyttstöðu sinni eftir ljósinu. Blöðin færast þannig úr hinni upprunalegu skipan og nálgast meira eða minna sama flötinn (32. mynd).

Blöðin á sprotunum eru aldrei jafnstór. Neðstu blöðin eru minni en blöðin fyrir ofan og oft eru og efstu blöðin alllítill. Sje nú um hliðsprota að ræða, og blöðin liggi í sama fleti eftir að vaxtarhreifing hefur átt sjer stað, sjáum vjer (33. mynd) að blöðin skipa sjer þannig að minni blöðin falla í bilin milli stærri blaðanna, og getur það litið svo út sem greinin sje einn samhang-



33. mynd. Grein af álmi.



34. mynd. Hlynur, sproti sjeður ofanfrá; neðstu blöðin eru stærst og legglengst. blaðka og leggur fer minkandi uppávið; ljósmynd. (E. W.)

eru þau forðablöð (laukur). Lágblöðin eru lítil og lág, en grunnbreið og stilklaus. Lögun þeirra er mjög svo óbrotin og hvorki eru þau skert nje skift. Þau eru venjulega brúnleit eða hvítleit að lit. Lágblöðin eru laufblöð, sem hafa hætt að vaxa á vissu þroska-skeiði. Vjer gátum þess fyr að blaðfóturinn yxi örast á vissu skeiði. Hætti blaðið að vaxa á þessu skeiði verður það að lágblaði. Lágblöðin svara til blaðfótsins á laufblaðinu. Þeirra verður getið síðar, þar sem talað er um brumið.

Um háblöðin er sama að segja, þau svara og til blaðfótsins á laufblaðinu, og eru því oft einskonar vansköpuð laufblöð eins- og lágblöðin. Þeim svipar og að nokkru til lágblaða en eru þó grunnmjórri og öðruvísi lit, og verður þeirra getið síðar, þar sem talað er um blómskipanir.

Lágblöðin eru neðst á sprotanum, þá laufblöð, ofanvið þau háblöð og efst blómblöð. Allraneðstu lágblöðin eru minst en efstu lágblöðin stærst og er þeim farið að svipa til laufblaða. Takmörkin milli lágblaða og laufblaða eru þá ekki skörp (35. mynd) og sama er að segja um takmörkin milli laufblaða og háblaða og blómblaða.

Laufblaðið er frumblað plöntunnar og allar aðrar tegundir blaða, er vaxa á plöntunni, eru ummynduð laufblöð. Blómblöðin eru mest umbreytt og verður þeirra getið síðar.

5. Brumið og kvísling sprotanna.

Vjer gátum þess fyr, að brum er sproti á æskuskeiði. Toppur hvers vaxandi stönguls eða greinar er því brum. Það köllum vjer toppbrum. En axlarbrum eða hliðarbrum eru þeir brumknappar nefndir, er vaxa neðar á sprotunum en toppbrumið. Toppbrumið sjálft hefur áður verið axlarbrum, nema svo sje að það sje enda- knappur á frumsprota plöntunnar.

Axlarbrum. Kvísling sprotanna verður á þann hátt að brumknappar myndast í yfirborði þeirra. Brumið vex í blaðöxlinni eða kverkinni milli blaðsins (»stöðblaðsins«) og stöngulsins. Því er það nefnt axlarbrum. Það er algjörlega háð sömu skipan og blöðin og er því yngra sem ofar dregur á sprotann einsog blöðin (sjá 15. mynd. bls. 13). Þegar axlarbrumið vex verður það að greinum. Greinarnar hafa því sömu skipan á aðalstönglinum og blöðin. Sjeu blöðin t. a. m. mótstæð, eru greinarnar og mótstæðar

og sjeu blöðin misstæð, eru greinarnar einnig misstæðar. Útlit plöntunnar er því mikið komið undir greinskipaninni, og oft má þekkja hvaða tegund um er að ræða, þó ekki sje eftir öðru að fara en greinskipan einni.

Toppbrum plöntunnar er ávalt þroskamest og axlarbrumið er því þroskaminna sem neðar dregur á árssprotann (36. mynd).

Efstu brumknapparnir eru bersýnilega aldir miklu betur en neðri knapparnir.

Venjulegast vex brum í hverri blaðöxl og verður að greinum; greinar þessar kvíslast aftur og svo koll af kolli, en þó eru eigi allfáar undantekningar frá þessu. Mjög líðstuttir og þjettblaða sprotar eru venjulega ókvíslaðir t. a. m. burknar, pálmar og blómin. Barrviðir hafa og fáar greinar og megnið af blöðunum hefir ekki axlarbrum.

Allra algengast er, að aðeins eitt brum er í hverri blaðöxl, en hjá sumum plöntutegundum eru þó margir knappar í sömu öxl. Fyrsta brumið er þá nefnt aðalbrum en hinir knapparnir eru varabrum. Varabrumið verður þó ekki að greinum nema aðalbrumið farist, og stundum verða sumir varaknapparnir að þyrnum.

Hjábrum. Brumið er stundum ekki háð neinni reglulegri skipan, en vex hingað og þangað bæði á rótum, stönglum og blöðum.

36. mynd; ársproti af beyki; a, brumspor.

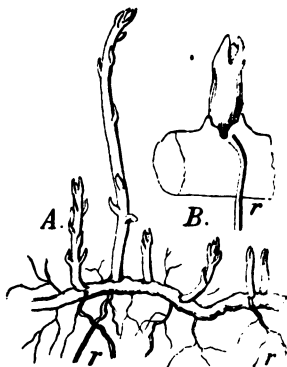
Brumið á rótunum verður að rótarsprotum og eru þeir öldungis ekki sjaldgæfir í plönturfskinu. Þeir myndast sumpart inni í rótinni og vaxa því útávið gegnum vefi rötartinnar á svipaðan hátt og rötargreinar. Það er sjaldgæft að þeir myndist á yfirborði rötartinnar. Hjá örfáum tegundum myndast rótarsprotarnir á vaxtararni rötartinnar fyrir innan rótbjörgina eða í nánd við hann. Ýmsar trjáplöntur og jurtir æxlast blátt áfram með rótarsprotum og verður þess getið síðar. Stundum eru rótarsprotarnir einskonar hjálp í viðlögum, er plantan grípur til, ef áföll ber að höndum. Sje t. a. m. rót fíflsins skorin þvert yfir, fara nýir sprotar að vaxa á sárflati þess hlutans, sem í jörðinni er. Því er svo erfitt að uppræta fífilinn.

Hjábrum er mikla sjaldgæfara á stönglum og er aðeins hjá

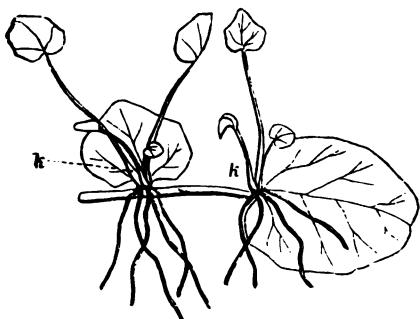
örfáum plöntutegundum. Að vísu koma fram nýjar greinar neðantil á gömlum trjástofnum þegar trjeð lestist. Vart munu þær þó stafa frá hjábrumi. Miklu sennilegra er að þær stafi frá »sofandi«-brumi, sem einu sinni var í fastri skipan en hefur ekki náð að þroskast sökum ljósskorts og samkeppni annarra og betur settra brumknappa. Þegar breyting verður á, annaðhvort að svo rýmkar um, að birtan kemst að, eða trjátoppurinn lestist, svo keppinautanna gætir minna eða ekki, þá fær hið »sofandi«-brum betra eldi og fer að vaxa.

Hjábrum er og alltítt á blöðum burknategunda og á blöðum einstaka blómplantna (hrafnaklukka, sóldögg) (38—39. mynd).

Brumhlífar. Brumið er sproti á æskuskeiði. Það er því óharðnað. Í brumstönglinum er vaxtararinn sprotans, en þaðan stafa allar nýmyndanir, sjálfur stöngulkollurinn er ungur og húðveikur og blöðin (þ. e. brum-



37. mynd. Planta með rótarsprotum r-r, rôtargreinar; A er í eðlilegri stærð en B stækkað, B sýnir hvernig sprotinn vex út úr rótinni.



38. mynd; hrafnaklukka. Efsti hluti blaðsins (endableiðill og efsti hliðarbleiðill) með tveim vaxandi sprotum (k). Stækkað. (E. W.)



39. mynd. Blað af sóldögg með tveim knöppum, B annar knappurinn stækkaður, f—f³ eru blöð á brumskeiði; gl. er kirtilhár. (E. W.)

blöðin), er lykja um stöngulendann hlífa auðvitað ofurlítið, en þau eru og ung og húðveik og þurfa varnar við gegn óbliðu náttúrunnar. En yfirleitt er ekki um aðra hættu að ræða en að brumið þorni upp eða visni. Plönturnar eru og útbúnar

á ýmsan hátt til að sporna við þessari hættu. Útbúnaðurinn er falinn í því að laufblöð eða nokkur hluti laufblaðanna lykur um brumið og ver það, og oft hafa blöðin sjerstaka byggingu og lögun, er hæfir til þess að verja brumið. Eftir því hvernig plönturnar eru útbúnar til að verja brumið, má skipa bruminu í tvo aðal-flokka.

Í fyrsta flokki teljum vjer opið eða verjulítið brum, þ. e. brum, sem ekki er útbúið með sjerstökum hlífarblöðum. Brum þetta er aðeins varið á þann hátt, að neðsti hluti eldri laufblaða lykur um það og skýlir því við vindi og kulda. Einærar plöntur hafa aðeins



40. mynd. Hrosseik á laufgunarskeiði. Brumhlífarnar (s) eru ekki fallnar enn, en þær falla þegar sprotinn teygir úr sjer eða vex. Laufblöðin hafa enn þá ekki náð fullum þroska til að breiða sig móti ljósinu og slapa því niður.

þesskonar brum. Þær lifa nefnilega aðeins sumartímann og þá er venjulega ekki um neina sjerlega uppþornunarhættu að ræða. Ýmsar tví- og fjölærar plöntur hafa og svipað brum, en oft er þá ýmislegt annað, sem hjálpar til að verja brumið. Þannig er vetrarbrum lambablómsins varið af gömlum visnuðum blöðum og á músareyra er þjett hárloð bruminu til varnar á vetrinn. Ótal mörg dæmi önnur mætti tína til en rúmið leyfir það ekki. Hver vaxandi stönguloddur jurtkendra plantna er ljóst dæmi upp á opið brum.

Í öðrum flokki er brum það, sem er útbúið með sjerstökum hlífarblöðum, brumhlífum eða lágblöðum. Þesskonar brum vex einkum á trjákendum plöntum, sem vaxa þar sem skarpur munur er á vetri og sumri eða þurkatið og regntíð (í heitum löndum). Vjer höfum þegar getið brumhlífanna að nokkru. Þær eru lítil, stilklaus, grunnbreið og óskert lágblöð. Þær hafa venjulegast engin eða mjög fá grænkorn og eru brúnleitar að litafari. Korkendar eru þær og meira trjenaðar en laufblöðin. Þess utan eru þær oft hvítloðnar af hárum eða smita úr sjer harpeis og límkendum efnum og er það öflug vörn gegn uppgufan. Þær eru með öðrum orðum byggðar á þann hátt, að þær geta varið brumið gegn uppbornan á vetrinn. Aldur þeirra er skammur, þær lifa aðeins veturinn yfir eða þurkatímann. Þegar vorið kemur (eða regntíðin) teygir brumstöngullinn úr sjer þ. e. hann fer að vaxa, ystu brumhlífarnar falla þá til jarðar, en instu hlífarnar sitja um hríð og verja hinn unga vaxandi sprota á laufgunarskeiðinu. Stöngulliðirnir milli brumhlífanna eru afarstuttir og þeir lengjast als ekkert þegar sprotinn vex. Þegar hlífarblöðin falla sjest ar á stönglinum, þar sem blaðið óx og fyrir því að hlífarblöðin eru mjög þjettstæð, sjest greinilegt far þar sem brumið var, brumfarið (sjá 36. mynd) og sýnir það hvar ársprotinn byrjar.

Enginn efi er á því að opna brumið er frumgerfi brumsins á jörðinni. Þegar opna brumgerfið skapaðist hefur loftslag verið miklu jafnara, bæði að því er hita og raka snertir. Síðar meir þegar loftslag breyttist þannig að skarpur munur varð á vetri og sumri, hafa plönturnar lagað sig eftir lífskjörunum og laufblöðin hafa orðið að lágblöðum (brumhlífum) í endalok gróðrartímans. Þannig eru brumhlífarnar orðnar til.

Brumblöðin hafa vissa stærð en takmarkað rúm, því er um að gjöra að blöðin falli þannig saman að rúmið hagnýtist sem best. Innbyrðisafstaða brumblaðanna heitir brumlega og er hún með ýmsu móti, en með blaðlegu er táknuð innbyrðisafstaða hinna ýmsu hluta blaðsins.

Brumlegan. Venjulegast er að blöðunum er svo niður raðað að rönd eins blaðsins nemur við rönd annars, eða að blaðrendur liggja á víxl eða eru skaraðar. Opin brumlega er kölluð þegar blöðin eru svo mjó að þau ná ekki hvort til annars.

Blaðlegan. Blöðkurnar eru sambrotnar með ýmsu móti meðan blöðin eru í bruminu, og hljóta svo að vera rúmsins vegna. Þegar

brumið fer að vaxa, breiða blöðkurnar fyrst úr sjer og fellingarnar og brotin hverfa. Fellingarnar eru talsvert komnar undir lögun



41. mynd. Þverskorin blöð eins og þau eru í blaðleggunni.



42. mynd. Forkskiftur sproti af hross-eik. Síðasta brumfar aðalsprotans er við d, hann hefur endað í blómi við b; a er blaðfar með 7 strengjum. Axla-brum tveggja efstu laufblaðanna eru þegar orðin að stuttum sprotum og hafa borið ófullkomin blöð (far þeirra er við c), en óvenjulegt er þó að það komist af brumskeiði á sama sumri og ársprotinn vex. c¹ neðanvið brumfarið er og far eftir ófullkomið blað frá fyrra sumri. (Döbbner-Nobbe).

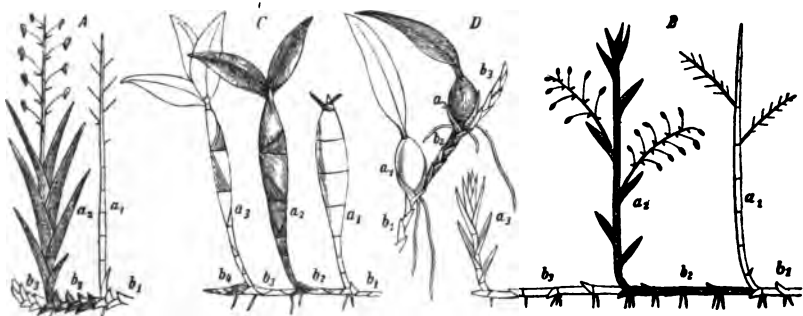
blöðkunnar. Stundum er blaðið blátt afram samlagt (43. mynd, A.). Önnur blöð eru með fleiri brotum (41. mynd, B). eða þau eru snúin með ýmsum hætti (41. mynd, C—E).

Ekki verður þó alt brum að greinum og margir brumknappar standa óbreyttir árunum saman. einkum á trjáplöntum. Það er einskonar varabrum, er plantan grípur til, ef hún lestist. Það er kallað »sofandi« brum eða »sofandi augu«, af því að það liggur í einskonar dvala árun saman eða sefur þangað til plantan t. a. m. verður fyrir áfalli eða öðrum breytingun, er vekja brumið af dvalanum. Oft ber það og við að ekkert brum þróast í sumum blaðöxlum, og stundum er það mjög svo reglubundið t. a. m. hjá sumum tegundum með mótstæðum blöðum, að annað blaðið ber brum í blaðkverkinni, en hitt er brumlaust, greinarnar verða því misstæðar þótt blöðin sjeu mótstæð.

Kvíslingarfar sprotanna er með þrennu móti, og fer það eftir innbyrðis afstöðu greinanna og aðalstöngulsins. Haldi aðalstöngull

stöðugt áfram að vaxa í sömu stefnu og vaxa meira og örara en greinarnar, sem á honum sitja, köllum vjer að plantan sje einskeft af því allar greinar sitja á sama skafti, t. a. m. flestöll lauftrje, elfting, greni o. fl.

Forkkvíslan (42. mynd) köllum vjer þegar stöngullinn skiftist í tvær eða fleiri jafngildar greinar, er vaxa í aðra átt en stöngullinn

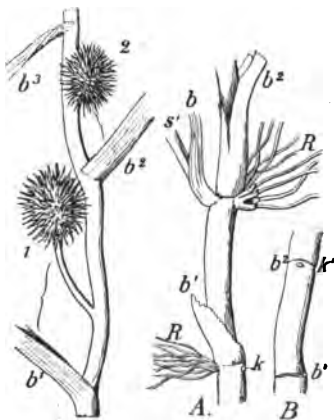


43. mynd. 4 brönuhrasategundir með liðskeftum jarðstöngli; liðirnir, sem jarðstönglarnir eru samsettir af eru merktir með b, ljóssprotarnir með a; a^1 — b^1 er elsti ættliður, þá kemur a^2 — b^2 og a^3 — b^3 er yngst. (Pfitzer).

og fjarlægjast hann jafnmikið. Er þessi kvísling alltið bæði hjá lágplöntum og háplöntum (t. a. m. plöntum með mótstæðum blöðum, hrosseik, hlyn og arfa og nellíkuættinni o. fl.).

Vaxi hliðsproti örara en stöngullinn og í sömu stefnu og verði jafngildur, en móðurstöngullinn sveigist til hliðar eða deyir, er kvíslanin liðskeft (43. mynd). Meginstöngull plöntunnar litur út, á að sjá, eins og hann væri ósamsettur, en í raun og veru er hann samsettur af fleiri liðum eða sprotum, sínum frá hverju árinu, þannig kvíslast margir jarðsprotar, brönuhrasategundir, blómsskipanir o. s. frv.

Stundum er þó kvíslingin



44. mynd. C. Brúskollstegund. Blómsskipan 1 er axlarsproti blaðsins b^1 , en leggurinn er gróinn við aðalstöngulinn á bili. Hin blómsskipanin (2) er axlarsproti blaðsins b^2 og leggur hennar er algjörlega gróinn við aðalstöngulinn, blómsskipanin er því stílklaus á að sjá A, B. jarðstöngulliðir af marhálmi, Axlarbrumið er langt fyrir ofan stoðblaðið.

nokkuð með öðrum hætti og eru til þess ýmsar ástæður t. a. m. að blað og axlarsproti þess grær saman. Getur það verið með tvennum hætti t. a. m. að axlarsprotinn sýnist gróa á blaðinu eða blaðið á axlarsprotanum. Er ofureðlilegt að þesskonar vanskapnaður geti átt sjer stað, því stoðblað og axlarbrum er mjög svo nátengt hvort öðru á fyrsta þroskaskeiði. Stundum ber það og við, að sá hluti stöngulsins vex, sem er milli stoðblaðsins og axlarsprotans, við það fjærlægist sprotinn stoðblað sitt (sjá 44. mynd).

6. Aldur sprotanna og venjulegasta gerfi.

Þá höfum vjer stuttlega skýrt frá limum plöntunnar þ. e. rót, stöngli og blaði. Hver þessara lima er lagaður eftir sínu starfi bæði að ytri og innri byggingu. Rótin er niðri í jörðinni, festir plöntuna og tekur næringarefni úr moldinni. Stöngullinn, ásamt blöðunum eða laufsprotinn, leitar birtunnar og vex því upp úr jörðinni. Laufsprotinn er grænn og hefur það starf að vinna fæðu úr kolsýru loftsins. Hann dregur að »heimilinu«, matbýr forðann með tilhjálp rótarinnar, og er, með öðrum orðum, aflasproti. Margar plöntutegundir hafa aðeins eina tegund sprota, þ. e. laufsprota, auk blómsprotanna, t. a. m. allflestar trjáplöntur og þær tegundir, sem bera aðeins einu sinni blóm á æfinni. Ýmsar aðrar plöntur hafa þar að auki annarskonar sprota, sem vaxa niðri í jörðinni (sjá síðar). Þeir eru nefndir jarðsprotar eða jarðstönglar. Ekki eru þeir grænir og líkjast því rótum að litarfari. Jarðsprotar bera ekki laufblöð venjulega, en blöð þeirra eru lítil og hreisturkend, einskonar lágblöð, enda er starfi þeirra öðruvísi varið en laufsprotanna (sjá 29. bls.). Jarðsprotar eru þeir nefndir af því að þeir lifa niðri í moldinni og sjá ekki dagsins ljós, en sprótar þeir eru kallaðir ljóssprotar eða loftsprótar, sem vaxa upp úr jörðinni og teygja sig í ljósið og loftið. Sumar plöntutegundir hafa aðeins ljóssprota, en aðrar bæði ljóssprota og jarðsprota.

Aldur plöntunnar og útlit yfirleitt er mjög svo komið undir hvernig sprotarnir eru byggðir. En bygging og lögun sprotanna er aftur komin undir ættgenginu og æfiskjörunum. Jurtkendir sprótar, þ. e. linir, mjúkir og ótrjenaðir sprótar, lifa aðeins skamma stund sem fullkomnir sprótar, en trjákendir sprótar geta náð hárríelli. Sje plantan í heild sinni jurtkend, er æfi hennar og skammvinn, venjulegast ekki meira en eitt eða tvö ár, en trjáplöntur

lifa um langan aldur, og plöntur með jarðsprotum lifa og lengi.

Yfir höfuð að tala má skipa plöntunum í tvo aðalflokka eftir lengd æfinnar eða eftir því hvort þær eru jurtkendar (jurtir) eða trjakendar (trje og runnar).

1. Flokkur. Jurtir.

Ljóssprotar þeirra eru ávalt jurtkendir. Þessi flokkur skiftist aftur í tvent:

A. Plöntur, sem aðeins blómgast eða bera ávöxt einu sinni á æfinni, ein- og tvíærar plöntur.

B. Plöntur, sem blómgast og bera ávöxt árum saman, fjölærar plöntar.

A. Plöntur, sem blómgast og bera ávöxt einu sinni á æfinni og deyja er því er lokið.

a. Einærar plöntur. Allir sprotar eru ljóssprotar, og hvorki jarðsprotar eða annarskonar æxlunarsprotar kynlausir eru fyrir hendi. Plöntur þessar spíra (þ. e. fræið spírar), blómgast, ná fullum þroska og bera ný aldini á sama gróðrartímabilinu eða á einu sumri. Laufsprötinn er liðalangur og kvíslaður. Brumið er nakið eða án sjerstakra hlífarblaða. Plantan hefur aðeins laufblöð auk kímblaða og blómblaða og frumsprötinn endar oft í blómi. Allan geymsluforða geymir plantan í fræinu og fræið er einasta æxlunarfæri plöntunnar. Tvíkímblaða plöntur hafa venjulega allgilda frumrót, en einkímblaða plöntar venjulega hjárætur (trefjarætar). Þegar fræið er þroskað fer plantan að visna og deyr svo út með öllu. Að vetrinum lifir aðeins fræið, alt annað á plöntunni er dautt. Það liggur í hlutarins eðli að sprotar þessara plantna laga sig ekki að neinu leyti eftir vetrinum, því þeir lifa aðeins um gróðrartímann og þegar vetra fer deyr alt nema fræið. Sem dæmi upp á einærar plöntur má nefna: þrillita fjólu, arfa, bygg, hafra o. fl., o. fl. Til hægðarauka hafa menn sjerstakt merki (☉) til að tákna að plantan sje einær.

b. Tvíærar plöntur eru oft táknaðar með merkinu: ☉☉ til hægðarauka. Þær líkjast einærum plöntum að því leyti, að þær hafa enga jarðsprotu, eru jurtkendar og bera ávöxt einu sinni á æfinni og deyja síðan. En þær lifa lengur, þ. e. þær lifa tvö gróðrartímabil eða tvö ár. Fyrri árið spírar fræið og verður að örstuttum, óskiftum og mjög þjettblaða sprota, hvirf-

ingssprota. Aðalatriðið er að safna sem mestum forða fyrsta árið, og hjá mörgum plöntum er frumrótin geymslustaðurinn. Hún er því oft digur stólparót (45. mynd.) eða einskonar forðarót. Þessu gerfi heldur plantan að vetrinum. Hvirfingssprotinn í heild sinni er einskonar óvarið brum. Ytri blöðin visna að visu og eru þá innri blöðunum til skjóls. Hvirfingssprotum er og minna hætt við að þorna upp að vetrinum sökum þess hve stuttur þeir eru. Þeir eins og hvíla á jarðveginum en ná lítið eða ekki upp í loftið, stormarnir ná því ekki sem bestum tökum á þeim. Oft er og



45. mynd. Rauðrót við endalok fyrsta gróðrartíma.

ýmislegt annað hvirfingunum til skjóls á vetrum, t. a. m. aðrar plöntur, er vaxa umhverfis, ójöfnur á yfirborði jarðvegsins og snjórinn í hinum kaldari löndum. Þegar svo vorið kemur eða annað gróðrartímabilið, annað árið byrjar, fer plantan að vaxa og þá kemur upp hár liðalangur laufsproti, er blómgast og ber aldini. Þegar aldinin eru fullþroska deyr plantan með öllu. Fræið er einasta æxlunarfærið eins og hjá einæru plöntunum. Tvíærar plöntur vaxa einkum í nokkuð köldum löndum og finnast als ekki

í heitum löndum. Ástæðan til þess, að þær þurfa tvö ár til aldinþroskunar, er auðvitað, að sumarið er of kalt og stutt. Þær safna því forða fyrsta árið og útbúa sig sem best til aldinþroskunar á næsta ári. En sje sumarið nægilega heitt bera þær þegar aldini fyrsta árið og eru þá ekki meira en einærar, því eru engar tvíærar plöntur í heitum löndum; sje gróðrartíminn lengdur t. a. m. með því að sá tvíærum plöntum snemma (í vermireiti) bera þær oft aldini á fyrsta ári. Sem dæmi upp á tvíærar plöntur má nefna rauðrót (45—46. mynd.), næpur og aðrar rófnategundir, gulrót o. s. frv.

Allmargar tvíærar plöntur hafa þó enga verulega forðarót og geta því ekki safnað miklum forða á fyrsta ári. Nokkur forði er þó eflaust geymdur í sprotanum og bót er það og í máli að laufblöðin haldast græn allan veturinn og geta því notað hvert augnablik þegar færi gefst til starfa. Þannig eru ýmsar vorblóms- og steinbrjótstegundir.

c. Sumar plöntur þurfa þó meira en tvö ár til að verða fullvaxta. Þær eru táknaðar með merkinu ∞ . Þær líkjast ein- og tvíærum plöntum að því, að þær bera blóm og ávöxt einu sinni á æfinni og deyja síðan og að því, að fræið er hið eina æxlunarfæri. Þeim svipar mest til tvíæru plantnanna, að því er lögun og bygging sprotanna snertir, og þar á milli eru ekki skörp takmörk, því þegar illa sumrar komast tvíærar plöntur oft á þriðja árið.

B. Fjölærar plöntur. Þær eru táknaðar með merkinu 4. Þær hafa tvenskonar sprota: ljóssprota og jarðsprota. Ljóssprotarnir eru jurtkendir. Jarðsprotarnir eru og jurtkendir eða ofurlítið trjenaðir og lifa frá sumri til sumars. Þeir vaxa niðri í moldinni eða svo að segja niðri í henni. Ljóssprotinn visnar á haustin, en vex tiltölulega fljótt þegar fer að vora (eða þegar þurkatíðinni ljettir) upp af jarðsprotunum. Fjölærar plöntur bera því blóm og aldini á hverju



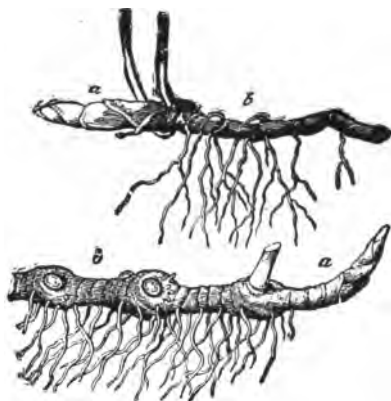
46. mynd. Rauðrót, laufsproti með blómum á öðru árinu.

ári. Þær æxlast bæði með fræjum og kynlausum æxlunarsprotum. Á sumrin safna þær forða í fræin og í fjölæru sprotana og stundum í ræturnar.

Jarðsprotarnir eru vetrargerfi eða dvalargerfi fjölæru plantanna og geyma líf þeirra á vetrinn (eða í þurkatiðinni), því venjulegast deyja allir ofanjarðarsprotar í endalok gróðrartímans. Lega þeirra niðri í jörðinni verndar þá fyrir uppbornan og dýrum.

Jarðsprotar eru þrenskonar: jarðstönglar, laukar og knollar.

Jarðstönglar eru minst frábrugðnir venjulegum laufsprotum. Þeir eru sívalir og kvíslaðir að meira eða minna leyti. Blöðin eru þunn og hreisturkend. Þeir eru ekki neitt verulega umbreyttir sem forðabúr, þótt næringarefni geymist í þeim yfir veturinn.



48. mynd, lárjettir jarðstönglar.



47. mynd, lóðrjettur jarðstöngull, sem visnar að neðan.

Jarðstönglum má skipa í tvo aðalflokka eftir því hvort þeir liggja lóðrjett eða lárjett í jörðinni.

Lóðrjettir jarðstönglar. Sumir lóðrjettir jarðstönglar hafa digra, sívarandi stólpárót og er hún frumrót plöntunnar (fífillinn). Aðrir hafa ekki sívarandi frumrót. Frumrót plöntunnar deyr og hjárætur koma í staðinn. Sjálfur jarðstöngullinn visnar og smátt og smátt að neðan (47. mynd.) og verða hliðarsprotar hans (þ. e. greinarnar) þá að sjálfstæðum plöntum. Þetta er ein tegund kynlausrar æxlunar. Ungu plönturnar flytjast þó aðeins örlítið frá móðurplöntunni, því eru plöntur með lóðrjettum jarðstönglum oft þýfnar, og ber einna mest á því þegar ofanjarðarsprotarnir eru margir, beinvaxnir

og liðalangir. Oft standa og stofnblöðin í hvirfingum (stóriburkni, skariffíll).

Plöntur með lóðrjettum jarðstönglum hafa oft aðeins sogrætur, en sumar hafa þar að auki forðarætur t. a. m. brönugrasið (sjá 11. bls. 14. mynd og skýringuna), knollsóley o. fl.

Lárjettir jarðstönglár (48. og 50. mynd). Plöntur með lárjettum jarðstönglum geta flutst talsvert úr stað. Oft eru jarðstönglar þessir mjög kvíslaðir, standa þá ofanjarðarsprotarnir allþjett og plöntutegundin hnappar sig (t. a. m. folafótur (49. mynd.), stórnetla, elfting o. fl.).

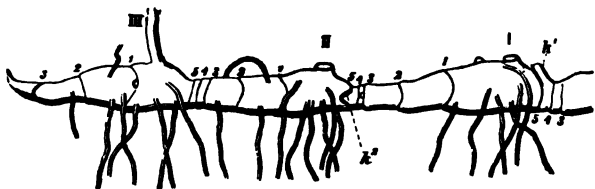


49. mynd, folafótur; a— a^1 , b— b^1 , c— c^1 sprotar frá þrem síðustu árum, er allir hafa myndað hvirfingar; (a, b, c) a— a^1 er yngst. (P. Nielsen)

Stundum sitja laufblöðin á sjálfum jarðstönglinum (köldugras, þrílaufungur, skógarsúra o. fl.) en oftast nær sveigist sprotaendinn uppávið og verður að laufsprotu.

Jarðstönglarnir hljóta að ryðja sjer braut gegnum moldina að minsta kosti um hrið og eru útbúnir á ýmsan hátt til þess starfa. Hjá grösom og hálfgrösom eru blöðin vafin svo fast um oddbrumið að jarðsprotinn er hvassyddur. (51. mynd, D), stundum beygjast blöðin fyrir oddinn og hlífa honum þannig, eða stöngulendinn sjálfur beygist uppávið og eldri hlutar hans ryðja veginn. Þegar

gróðrartíminn eða sumarið byrjar vex sprotaendinn upp úr jörðinni og verður að ljóssprota, og ber blöð og blóm, en jafnframt fer að vaxa nýr jarðsproti af neðanjarðarbrumi við grunn loftsprotans. Nýi jarðsprotinn vex í beinu áframhaldi af gamla jarðsprotanum. Jarðstöngullinn í heild sinni er því samsettur af fleiri liðum, er stafa sinn frá hvoru ári. Eldstu liðirnir visna og deyja út smám saman. Plöntur með lárjettum jarðstönglum geta því flutt sig



50. mynd. Lárjettur jarðstöngull samsettur af 4 liðum (yngsti liðurinn er ekki fullproska og elsti liðurinn er að visna). Hver liður er með 5 blöðum (1—5 á myndinni). III er loftsprotinn frá í sumar, en II og I eru för eftir eldri loftsprota. (E. W.)

talsvert til í jörðinni. Þó spölurinn sje ekki langur á hverju ári getur hann verið talsverður á nokkrum árum.

Lárjettir jarðstönglar líkjast rótum allmikið, enda hefur þeim oft verið ruglað saman við rætur. Þeir eru með sama lit og ræturnar og stundum hafa þeir og á hendi svipuð störf auk sinna eigin verka og taka þá næringarefni úr jörðinni. Einstaka plöntur hafa jafnvel jarðstöngla með rótarhárnum (elfting).

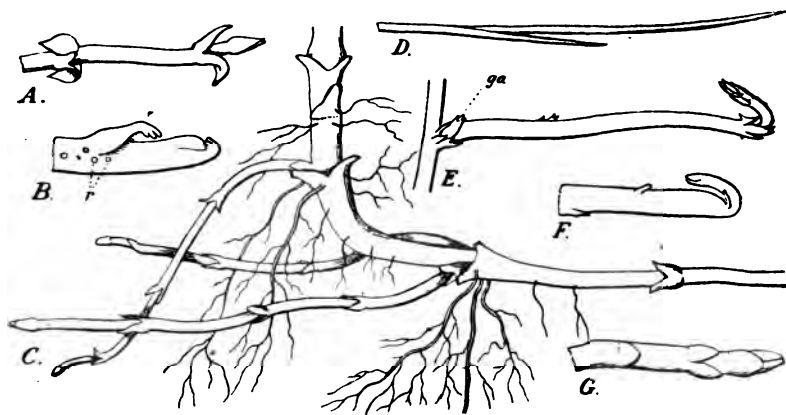
Jarðrenglur eru ein tegund lárjettra jarðstöngla. Þær liggja á sama hátt í jörðinni, en eru veigalitlar og liðalangar. Þær eru einskonar æxlunarsprotar og flytja ungu plöntuna oft alllangt burt frá móðurplöntunni (51. mynd, c). Ekki eru þær langlífár og oft deyja þær sama sumarið og þær verða til, þegar verki þeirra er lokið og endabrumið er komið langt burt frá móðurplöntunni. Skammlífustu renglurnar hafa venjulega aðeins rætur í oddinn, og endabrumið eða endi renglunnar er þá oft útbúinn með allmiklum forða (t. a. m. kartaflan 54. og 55. mynd, fagurblóm og aðrar), verður knollmyndaður og hefur það gerfi á vetrum. Hjá mýradúnurt er vetrarsprotinn öðruvísi og líkist fremur lauki.

Rótarsprotar sumra plöntutegunda hafa svipaða þýðingu fyrir plöntuna og jarðrenglurnar (pistill) og eru bæði æxlunarsprotar og vetrargerfi þessara plantna.

Venjulegast visna allir ofanjarðarsprotar fjölærra plantna á

haustin eða við lok gróðrartímans. Þó er það nokkuð mismunandi sjerstaklega þar sem vetur er snjóríkur og stöðugt snjólag hvlir yfir gróðrinum. Snjórinn hlífir gegn uppþornan og ver sprotana þannig fyrir visnun. Þar sem snjóríkt er, eru því margar plöntur veturgrænar, sem visna þar sem er snjóbert. Þegar fer að vora og snjóinn leysir geta þær því strax tekið til starfa og flýttir það fyrir aldinþroskun þar sem sumarið er stutt. En þar sem ekkert skýlir gróðrinum á vetrum (eða um þurkatímann) geyma jarðsprotarnir líf plöntunnar meðan hvílutíminn stendur yfir.

Í fljótu bragði getur það vírst nokkuð undarlegt að jarð-



51. mynd. Endi af jarðrenglum ýmsra plöntutegunda. A er arfategund; D er villihveiti; E er giljafækja; F er vetrarliljutegund; g varabrum, r rætur, sjá textann. (E. W.)

stönglarnir, eða að minsta kosti lóðrjettu jarðstönglarnir, skuli ekki vaxa upp úr jörðunni. Þeir vaxa þó stöðugt upp á við, en reynslan sýnir að þeir halda sjer ávalt nokkurnveginn í sömu hæð í jörðinni og á það og við lárjettu jarðstönglana. Það er eins og þeir kippist niðurávið við endalok hvers gróðrartíma, og orsakast það af því, að ræturnar stytast þ. e. draga sig saman. En fyrir því að rótaroddurinn breytir ekki stöðu sinni í jörðinni verða sprotarnir að láta undan og dragast niður í jörðina, enda er þeim það fyrir bestu á komandi vetri. En þá er eftir að vita hvers vegna ræturnar stytast. Við endalok gróðrartímans verður mjög svo stórkostleg breyting á plöntulíkamanum, ofanjarðarsprotarnir visna og taka þá ekki við neinu vatni frá rótinni, úrfelli er og

meira á haustin og jörðin því blautari. Rótin hefur því auðveldari aðgang að vatninu en ella, en getur þó ekki losað sig við það úr því plantan hefur misst alla sína eimandi blaðfleti. Rótin lætur þá undan þrýsting vatnsins og þenst út á þverveginn, því þar er hún veikust fyrir, og við það hlýtur hún að stytast. Þessa verður getið nána síðar, þar sem rætt verður um innri bygging rótarinnar.

Knollar og laukar eru jarðstönglum frábrugðnir að lögun.



52. mynd. Hnúðkál ($\frac{1}{7}$); á stöngulknollinum sjást blaðför.

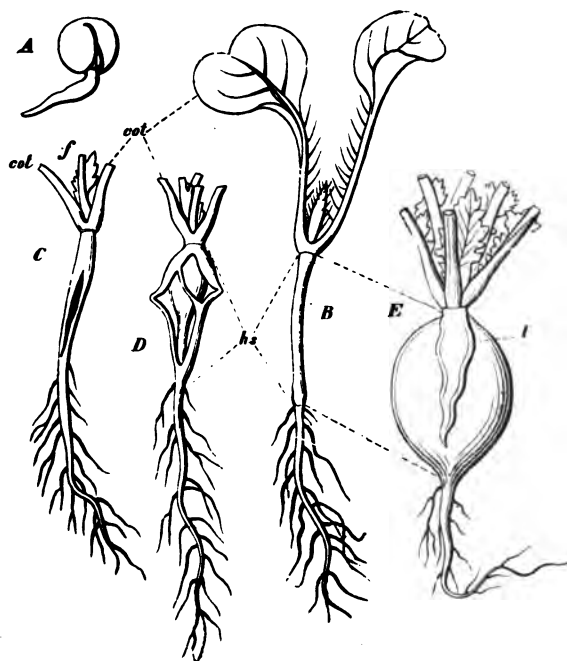
Þeir eru stuttir og digrir og hafa í sjer ósköpin öll af forða til næsta árs. Plöntur með knolla og lauka vaxa einkum þar sem dvalartíminn orsakast af hita og þurki.

Stöngulknollar eru nefndir svo til aðgreiningar frá rótarknollum (11. bls.). Þeir eru stuttir og uppbólgnir stöngulhlutar og blöð þeirra eru venjulega þunn og hreisturkend. Ekki eru þó skörp takmörk milli jarðstöngla og stöngulknolla. Jarðstönglar eru stundum stuttir og all-digrir. Venjulegast eru knollarnir niðri í jörðinni (t. a. m. kartafla) þó er stöngulknollur

hnúðkálans ofanjarðar (52. mynd). Sumir knollar lifa aðeins frá sumri til næsta vors (kartafla), en sumir eru fjölærir; knollarnir eru einliða þegar þeir eru orðnir til af einum stöngullið. Hreðkan er einliða stöngulknollur, og er hann myndaður af kímstönglinum, ystu lögin á kímstönglinum rifna þó þegar knollurinn vex og hanga oft eins og ræflar á hreðkunni (53. mynd). Margliða knollar eru myndaðir af fleiri stöngulliðum (hnúðkál, kartafla).

Kartaflan. (54. og 55. mynd). Þegar kartöflufraei er sáð þróast plantan eins og nú skal greina. Kímblöðin koma upp úr jörðinni. Frumsprotinn vex beint upp og verður að liðalöngum laufsprotum, en ekki verða allir axlagnappar að ljóssprotum. Axlar-

brum kímblaðanna byrjar þegar að vaxa og verða þau að löngum og mjóum hreisturlaðarenglum, sem vaxa niður í jörðina. Renglur þessar kvíslast oft í jörðinni; rengluendinn bólgnar upp og verður að knolli eða kartöflu. Sje moldinni þjappað upp að kartöfluplöntunni svo hylji neðstu laufblöðin verður axlarbrum þeirra ekki að laufsprotum, en vex niður í jörðina og verður að jarðrenglum og endaliðir þeirra að kartöflum. Hreisturlöðin á kartöflunni falla skjótt af og axlarbrum þeirra, »augun«, grefst inn í knollinn.

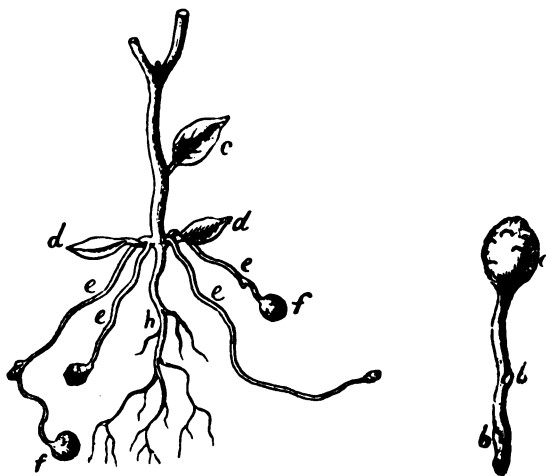


53. mynd. Hreðka, A fræ að spíra, B kimplanta áður en knollur fer að vaxa, C, D, E mismunandi þroskastig knollsins, ysta lag kímstöngulsins rifnar (D), l í E; cot kímblöð; f fyrstu laufblöð; hs kímstöngull; B—E eðlileg stærð.

(Turpin).

Kartaflan er hinn eini sproti jurtarinnar, er lifir að vetrinum. Með vorinu fara »augun« að vaxa og verða að venjulegum laufsprotum, en axlarbrum neðstu laufblaðanna verður að jarðrenglum og rengluendinn að kartöflum (55. mynd). Kartaflan er full af sterkju, en þunt korklag (kartöfluhyði) er utan um knollinn til varnar. Kartöfluknollurinn hefur engar rætur.

Laukar eru að byggingu eins og brum. Laukstöngullinn er mjög stuttliða og er útbúinn með mörgum hjárótum að neðanverðu, á honum vaxa laukblöðin. Þau eru þykk og kjötmikil,

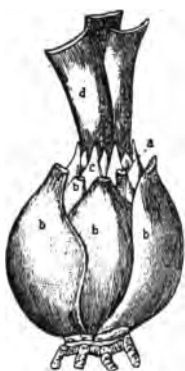


54. mynd. Kartöflujurt. A, kimplanta í eðlilegri stærð, h, frumrótin, a frumstöngull, b og c neðstu laufblöðin, d—d kímblöðin. Tvær greinar (e—e) vaxa í hverri kímblaðsöxl, minni renglan er mynduð af varabrumi, f—f ungir knollar. B. Rengluendi ($\frac{2}{1}$) b—b, lágblöð, c ungur knollur.

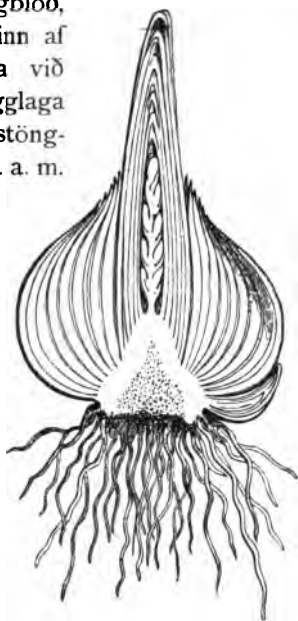


55. mynd. Kartöflujurt, sjá textann. Móðurknollurinn er svartur.

einskonar forðablöð. Þegar forðinn, sem í þeim er, er genginn upp, skorpna þau upp og eru þá eins og brúnleit himna að útliti. Laukblöðin eru venjulegast regluleg lágblöð, þó eru sum laukblöðin stundum fóturinn af laufblöðum, sem mist hafa blöðkuna við lauffallið. Stundum eru laukblöðin egglega og hylja þá aðeins nokkurn hluta laukstöngulsins; þeir laukar heita hreisturlaukar (t. a. m.



56. mynd. Hreisturlaukur af lilju: b—b, laukblöð, þau hafa haft blöðku eins og d og sjest það á sárinn í oddinn (a). c Laukblöð sem eru regluleg lágblöð. (Trank).



57. mynd. Möttullaukur (hýasint) skorinn að endilöngu, á toppi laukstöngulsins er blómskipunin á æskuskeiði.

lilja, 56. mynd). En stundum lykja laukblöðin sem slíður um stöngulinn, það köllum vjer möttullauka (57. mynd). Aldur lauka er mismunandi, sumir geta orðið fjölærir.

Lauka hafa einkum einkímblaða plöntur í löndum, þar sem heitt er og þurkasamt um dvalartímann, t. a. m. í Suður-Afríku og sumum hjeruðum í Rússlandi og Asíu. Laukarnir eru eins og þeir sjeu skapaðir til að lifa í þessháttar loftslagi, því blöðin eru svo safamikil og verjast uppbornan mjög vel.

2. flokkur. Trjáplöntur.

Sprotarnir og um leið plönturnar geta orðið því eldri, sem þeir eða þær eru meira trjenaðar eða trjákendar. Trjákendir sprotar eru mikla minna háðir loftslaginu á vaxtarstaðnum um dvalartímann en jurtirnar, og trjáplöntur missa minst allra plantna af sumar-

sprotunum í endalok gróðrartímans. Venjulegast falla aðeins blöðin — þó eru sumar trjáplöntur sígrænar — þegar á lafallsskeiðið kemur, og blómin; brumhlífarnar falla og í byrjun gróðrartímans.

Blöð jurtkendra plantna visna með stönglinum án þess að þau eiginlega losni við stöngulinn. En þegar trjákendar plöntur fella lafið sjest sár eða ar á stönglinum (þ. e. blaðfarið), þar sem það hefur setið. Í blaðfarinu eru smádeplar sjáanlegir. Þessir deplar eru leiðistrengirnir, er liggja frá stönglinum til blaðanna og verða þar að taugum (sjá 17. bls.). Þegar komið er að lauffalli kemur breyting á vefina í blaðfætinum, frumurnar losna hver við aðra og korkmyndanir koma fram til að hylja sárið.

Trjákendar plöntur nefnast trje þegar þær hafa óskiftan stöngul (stofn) neðst, er fyrst kvíslast í nokkurri fjarlægð frá jörðinni og ber þá »laufkrónu«, en runnar eru þær kallaðar þegar stofninn er kvíslaður frá rótum. [Þær plöntur eru og kallaðar hálfrunnar, er hafa bæði trjákenda og jurtkenda sprota; jurtkendi sprotinn deyr þá við endalok gróðrartímans (t. a. m. engjarós)].

Trjekendum plöntum má skipa í tvo aðalflokka, sem eru hver öðrum ólíkir að ytri og innri byggingu og hafa því sjerstakt snið.

1. Pálmasníðið (58. og 59. mynd.) hittum vjer auðvitað hjá pálmategundum og þess utan hjá trjáburknum og öðrum fleiri



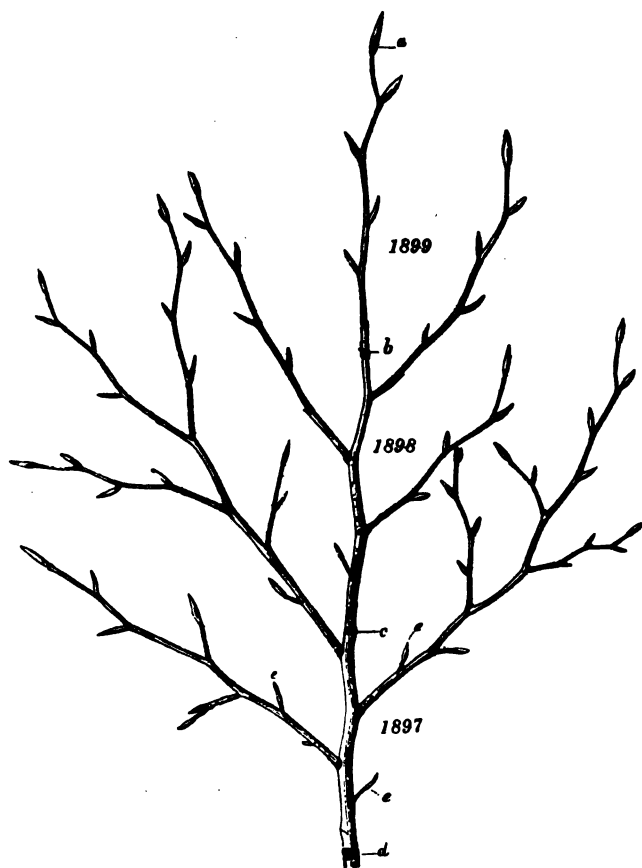
58. mynd. Pálmategund með fjaður-skiftum blöðum.



59. mynd. Pálmategund með handskiftum blöðum.

tegundum. Stofninn er venjulega liðastuttur og kvíslast ekki; í toppinum ber hann blaðkrónu, sem hvert ár af öðru er hjer um bil jafnstór. Því þó elstu blöðin falli á ári hverju koma jafnmörg ný í staðinn. Blöðin eru skift eða samsett, fjaðurrifja eða handrifja. Leiðistrengjum fjölgar ekki og er það í samræmi við það að blöðum fjölgar ekki verulega. Stofninn vex ekki heldur að digurð. Toppbrumið er opið og plantan hefur margar hjárætur, sem verða þó ekki að mun digrari með aldrinum.

2. Barrviðir og laufviðir. Blöðin eru miklu minni en pálma-



60. mynd. Beykigreini 4 ára gömul. a, toppbrum; b, c, d brumspor á aðalstönglinum; yngsti sprotinn (1899) ber aðeins brum; eldri sprotinn (1898) ber árs-gamlar greinar og elsti sprotinn (1897) tveggja ára greinar; e—e eru dvergaspótar, þeir eru neðst á ársprotunum (sjá textann).

blöðin, en þau eru og miklu fleiri. Stofninn er margkvíslaður. laufkrónan er því tiltölulega stór og eykst með hverju ári. Í samræmi við það að plöntur þessar stækka bæði að hæð og að því er greinafjöldi snertir, er það og að stofnarnir vaxa stöðugt að digurð og ræturnar verða digrari og kvíslast meira, því þegar trjéð hækkar og greinarnar fjölga verða stofnar og greinar að gildna og ræturnar að vaxa og kvíslast til þess að plantan geti borið sig. Trje þessi hafa sívarandi frumrót; hún er digur og

margkvísluð. Hjárætur hafa þau engar. Brumið hefur hlífarblöð (brumhlífar) á vetrum og stofnar og greinar eru þaktar korklagi til varnar gegn upphornan.

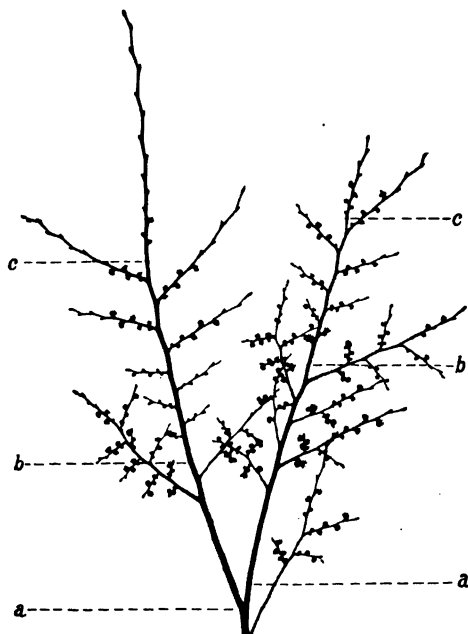
Á hverju ári, eða þegar trjéð laufgast, vex nýr og óskiftur ársproti. Hann er greinilega afmarkaður frá eldri ársprotum með brumfarinu (sjá 31. bls.). Þannig má marka aldur greina af tölu brumfaranna. Ofanvið brumsporið taka laufblöðin við. Stöngulliðir ársprotans verða lengri og lengri er ofar dregur þó að sjálfum toppnum undanteknum. Brumknapparnir á ársprotanum eru ekki jafn þroskamiklir og er þess getið fyr. Neðsta brumið þróast venjulega ekki nema sjerstaklega standi á, t. a. m. að efri partur ársprotans lestist og ljósið fái greiðan aðgang, eða að þeir verði að dvergaspotum. Að öðrum kosti verða þeir »sofandi augu«. En brumið og greinarnar, sem af því vaxa, verða því þroskameiri sem ofar dregur á ársprotann. Ársprotar þessir eru liðalangir. Stundum ber það og við þegar sumar er sjerlega heitt eða ef trjéð aflaufgast sökum sjúkdóms eða skordýraáts að sumar trjátegundir laufgast og fá nýja sprota tvisvar á sama gróðrartíma

(þ: sumri). Sumar trjátegundir hafa og annarskonar sprota. Þeir eru bæði stuttir í sjálfu sjer og mjög liðastuttir, eru seinþroska, skammlífir og ókvíslaðir. Þeir vaxa venjulega neðst á ársprotanum, og geta orðið að liðalöngum laufsprotum ef þeim hlotnast meiri fæða og meira ljós. Sprotar þessir eru nefndir dvergaspotar eða stuttsprotar til aðgreiningar frá hinum venjulegu ársprotum



61. mynd. 19-ára dvergspoti af beyki. Stóru blaðförin kringlöttu eru eftir laufhlöð, en mjóu hringförin eru eftir brumhlífar.

eða langsprotunum. Aldur dvergsprotanna er takmarkaður og mismunandi langur hjá hinum ýmsu tegundum. Oft falla þeir af plöntunni í heild sinni á svipaðan hátt og blöðin og sjest þá greinilegt far eftir þá á stofninum. Þýðing þeirra fyrir plöntuna er ýmisleg. Stundum bera þeir laufblöð, er þá falla inn á milli laufblaða langsprotanna, stundum verða þeir að þyrnum, en venjulegast er, að þeir bera blómið (eplatrje, perutrje, kirsiberjatrje). Sem dæmi upp á dvergaspota má nefna nálasprotu furutegund-



62. mynd. Álmur (alblómgaður). Elsti ársprotinn nær frá a til b, næsti ársproti frá b til c; yngsti sprotinn með blómum og laufspötum fyrir ofan c.

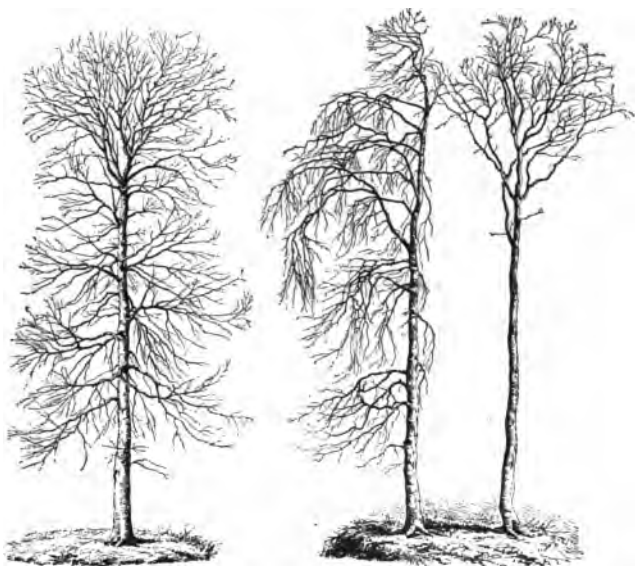
anna; það eru örstuttir sprotar, sem vaxa á ársprotanum í öxlum hreisturkendra bleðla. Dvergspotar þessir hætta skjótt að vaxa og bera aðeins 2—3—5 nállaga blöð og lifa aðeins 3(-8) ár. Barrfellirinn, einskonar barrviðartegund, hefur þar á móti fjölæra dvergaspota, er laufgast og fella laufið á hverju ári. Beykitrjen hafa og fjölda dvergaspota, sem bera bæði blöð og blóm. Á álmi bera dvergaspotarnir blóm en ekki laufblöð, og þeir vaxa neðantil á ársprotunum. Gamlir ársprotar eru því blaðlausir að neðan, en verða því blaðríkari, er ofar dregur.

Sumar trjáplöntur eru sigrænar, þ. e. blöðin sitja á plöntunni græn og lifandi eitt eða fleiri ár. Þar til teljast allflestir barrviðir, pálmar og önnur trje í heitum löndum. Aðrar trjáplöntur fella laufið árlega á hverju hausti eða þegar að þurktíðinni kemur í heitum löndum. Stofnar og greinar þeirra geyma forða að vetrinum og mun þess getið síðar. Fræið er venjulegast hið eina æxlunarfæri trjáplantanna. Þær blómgastr oft seint og öldungis ekki á hverju ári. En eigi tálmar það að neinu viðgangi tegundarinnar, því aldur einstaklingsins er svo hár. Margar trjátegundir æxlask þess utan með rôtarsprotum.

Útlit trjáanna er mjög mismunandi. Hver tegund er með sínu sniði, og tegundirnar eru hver annari mjög svo ólíkar (t. a. m. birki, reynir, greni o. s. frv.). Það sem sjerstaklega skapar sniðið er blaðlögur, blaðfjöldi, blaðskipan, brumskipan, greinskipan og yfir höfuð að tala hvernig stofnarnir kvíslask, hvort greinarnar t. a. m. eru uppstæðar eða útstæðar og hvort blómsprotarnir eru toppstæðir eða hliðstæðir o. s. frv.

Hin upprunalega greinskipan tapask þó þegar út í lífið kemur, og lífið (eða æfikjörin) setur sína eigin greinskipan í staðinn. Greinarnar visna nefnilega og falla til jarðar þúsundum saman, en við það ruglast auðvitað upprunalega skipanin. Ástæðan til þess að greinarnar visna er sú, að þær eru ekki allar jafnvel settar í baráttu lífsins. Þær greinar verða þroskameiri og bera sigurinn úr bytum, sem hafa greiðari aðgang að birtunni. Hinar veiklast og verða því að lúta í lægra haldi og deyja að lokunum. Vjer höfum getið þess áður, að brum ársprotanna er því þroskameira sem ofar dregur á sprotann, og sama er að segja um greinarnar á ársprotanum. Efri greinarnar eiga þannig miklu greiðari aðgang að birtu þegar frá »fæðingunni«, en neðri greinarnar, sem verða að láta sjer nægja að búa í skugga þeirra. Toppgreinarnar verða stöðugt hærri og hærri eftir því sem trjen vaxa og breiðast út meir og meir, en því meiri skugga ber þá á neðri greinarnar. Að lokunum fer svo að margar af neðri greinunum verða ljósvana næst bolnum og deyja. Þannig er til komið að stofn trjáanna er greinlaus neðst. Þetta var dæmi upp á innbyrðis baráttu milli greina á sama stofni. En þar að auki er og baráttu milli einstaklinganna. Trje vaxa oftast nær í hnöppum, þ. e. mynda skóga. Í skóginum getur verið svipaður munur á einstaklingum einsog vjer höfum getið um á greinum einstaklingsins. Trjen inni í skógin-

um eru umgirt af trjám á alla vegu og eru því í skugga eða fá litla birtu alt eftir því hve þjettar laufkrónurnar eru. Þau fá því háan stofn, greinlausan, beinan og nokkuð veikbygðan; laufkrónan er venjulega lítil og greinarnar meira eða minna uppstæðar. Plantan teygir sig auðsjáanlega af öllum mætti eftir ljósinu. Hún verður grannvaxnari en ella því lengdarvaxtarins gætir tiltölulega meira en digurðarvaxtarins, laufkrónan er og minni og þarf því ekki eins sterkan bol til að bera hana (63. mynd). Í skógarjaðrinum njóta trjen fullrar birtu öðrumegin, en eru ljósvana hinumegin, þar sem skógurinn skyggir á. Ljósliðin er greina-



64. mynd. Beykitrje á bersvæði.
(Vaupell).

63. mynd. Tvo beykitrje annað í
skógarjaðri vinstramegin á myndinni
hitt í miðskógi (hægramegin). (Vaupell).

rik og blaðrik niður eftir öllu en skuggahliðin er greina- og blaðlaus (63. mynd). Þegar trjen vaxa á bersvæði, verður stofninn tiltölulega lægri og gildari og laufkrónan er stór, hjer um bil eggлага og nær niðurúr öllu valdi, þ. e. hún er hjer um bil jafnmikil alla vega út frá bolnum (64. mynd).

Trje á bersvæði ná þannig mestum þroska á stöðum þar sem lífsskilyrðin að öðru leyti eru góð fyrir trjávöxtinn. Bæði verður bolurinn gildastur og laufkrónan stærst; þar næst koma jaðartrjen í

skógunum, en úr því verða laufkrónurnar minni og stofnarnir lengri og grannvaxnari eftir því sem inn í skóginn kemur (65. mynd).

Allur þessi munur á einstaklingunum orsakast af mismunandi birtu. Þegar birtan er orðin svo dauf, að blöðin geta ekki unnið verk sitt, visna þau og greinarnar með. Útlit trjáplantnanna er þannig afarmikið komið undir birtunni.

Þá er og barátta milli hinna ýmsu trjategunda í skóginum. Laufkrónur hinna ýmsu tegunda eru mismunandi þjettar og sumar skyggja því meira en aðrar. Það fer því mjög svo eftir tegund.



65. mynd, leifar af ruddum skógi (ljósmynd). Skógarjaðarinn er vinstra megin (sjá textann).

unum hvernig birtunni í skógnum er varið. Eikiskógar eru t. a. m. miklu bjartari en beykiskógar, því laufkróna eikanna er miklu gisnari en beykikrónan, en samfara því er og að eikin þolir ver að vaxa í skugga. Beykið skyggir meira og þolir skuggann betur. og er því skuggatrje en eikin er ljóstrje. Ungviði eikanna getur ekki þróast í skugga beykitrjáanna, en beykið þróast vel í skugga eikarinnar. Sú hefur og raun orðið á allvíða að beykið hefur algjörlega útrýmt eikinni.

Þar sem stormasamt er getur vindurinn og breytt útliti trjáplantnanna, einkum þar sem vindar af einni átt eru tíðir. Vindurinn hefur svipuð áhrif og ljósleysið. Hann drepur blöð og

greinar með þurki. Einstaklingarnir verða þá kræklóttir. Greinar og blöð þróast best þeim megin, sem hljeið er, en eiga miklu erfiðara uppdráttar eða visna á kulborða.

Í köflunum á undan höfum vjer lagt mesta áherslu á, að sýna hvernig ytri bygging plantnanna er háð ljósinu. Vjer höfum t. a. m. sýnt að blöð og greinar skipa sjer þannig á stönglunum að þær njóti ljóssins sem best. Vjer höfum getið um aldur plantnanna og drepíð á hvernig þær eru útbúnar til að lifa á vetrum (þurkatímum) og hvernig þær líta út á sumrum (og í regntíð). Þetta nefndum vjer hið venjulega gerfi sprotanna eða plantnanna, og bendir það á, að til sjeu plöntur með öðru og óvanalegra gerfi; því er og svo varið.

Næst ljósinu er bæði ytri og innri bygging sprotanna og þá einkum blaðanna komin undir vatninu. Hafi plönturnar óvenjulega örðugan aðgang að vatni, þá er mest undir því komið að geyma og nota sem best það vatn, sem næst, enda eru sprotar þessara plantna með afbrugðinni byggingu, er miðar í þá átt. Plöntur þessar eru nefndar þurkplöntur af því þær hafa sjerstakan útbúnað til að þola þurk. Veiti plöntunum óvenjulega ljett að ná vatninu, er útbúnaður sprotanna og lagaður þar eftir. Til þess flokks teljast vatnaplöntur. Mesti fjöldi plantna hafa hvorki útbúnað til að vaxa á mjög þurrum stöðum nje í vatni, að minsta kosti ekki um gróðrartímann. Þær velja sjer vaxtarstaði, þar sem er mátulega þurt eða mátulega blautt. Þessar plöntur hafa sprota með »venjulegu« gerfi og er þess getið fyr.

Þurkplöntur eru útbúnar á tvennan hátt til að þola þurkinn á vaxtarstaðnum (klettum, eyðimörkum). Sumpart miðar útbúnaðurinn í þá átt, að teffja sem mest fyrir uppgufan vatns úr plöntunni, sumpart er hann í því falinn að plantan safnar vatnsförða í stöngla eða blöð til þess að vera við öllu búin. Það sem sjerstaklega stuðlar til að plantan verjist uppgufan sem best er fyrst og fremst að yfirborð plöntunnar verði sem minst. En það getur orðið á ýmsan hátt, bæði með því að blöðin sjeu lítil (t. a. m. krækiberjalyng) og að blaðið sje samfelt (t. a. m. sauðvingull). Þá er það og samfara að blöðin eru húðþykk og verður þessa

getið nánar síðar. Sumar plöntur eru með öllu blaðlausar, en þá eru stönglarnir útbúnir til að vinna verk blaðanna.

Ýmsar þurkplöntur hafa og mjög uppstæð blöð og koma því færri hitageislar á blaðflötinn en ella. Stundum eru blöðin reist á rönd og miðar það í sömu átt o. s. frv.

Sumar plöntur safna og vatnsforða í blöð eða stöngla. Þær eru nefndar safaplöntur. Sem dæmi upp á þesskonar plöntur má nefna kaktustegundir (66. mynd). Þær eru með ýmsri lögun.



66. mynd. Súlukaktus (ljósmynd).

Stöngullinn er gildur og safamikill. Hann er með öllu blaðlaus, að minsta kosti á eldra skeiði. Aðrar þurkplöntur hafa safamikil blöð, gild og nærri því sívöl, t. a. m. helluhnöðri.

Saltplöntur eru og einskonar þurkplöntur. Þær vaxa í söltum jarðvegi og safna vatnsforða, einkum í blöðin. Svo lítur út sem plöntum þessum sje hættara við uppbornan en ella af því saltið er í jarðveginum. Hrimblaðkan er einskonar saltplanta.

Vatnaplöntur eru yfir höfuð að tala jurtir, og venjulegast eru þær fjölærar. Þær vaxa niðri í vatninu og eru því minna háðar hita og kulda loftsins en ella. (Hitinn í vatninn er jafnari

en lofthitinn). Plöntur þessar eru miklu veikbygðari en landplöntur. Þær þurfa ekki að geta borið sig sjálfar, því vatnið ber þær, þ. e. þær mara í vatninu. Innan í þeim eru oft allstórir loftgangar. Hlutverk þeirra er að leiða loft um plöntuna, en við það verður plöntunni og ljettara að mara. Plantan tekur vatn bæði gegn um stöngla og blöð, rótin hefur því minni þýðingu en ella fyrir vatnaplöntur, enda er hún veigalítil og lítt kvísluð, og sumar

vatnspöntur hafa enga rót. Þá eru og blöð vatnspplantnanna með ýmsum hætti eftir því hvort þau synda á yfirborði vatnsins (flotblöð) eða eru í kafi (kåfblöð). Flotblöðin eru sjerstaklega löguð til að fljóta; þau eru breið um sig, hjartлага eða nýrlaga. Kafblöðin eru tvenskonar, annaðhvort mjó og löng einsog þvengur, þvengblaðið (marhálmur) eða margkvísluð í margar finar greinar, tálknblaðið (sjá 22. bls.). Þvengblaðið tekur lítið á sig og er vel lagað til að vaxa í ókyrru vatni. Um tálknblaðið höfum vjer getið fyr.

7. Hvernig plönturnar bera sig.

Plöntur eru á ýmsan hátt útbúnar bæði til að festa sig í jörðinni og til að halda sjer upprjettum ofanjarðar.

Þar sem talað var um rótina (9. bls.) var drepíð á hvernig háplönturnar festa sig. Plöntur í linum jarðvegi eru yfirleitt festar með nokkuð svipuðu móti. Það er einkum hárbeltið á rótinni, sem festir plöntuna í jörðinni. Rótarhárin eru alþakin mold og úr þeim smita vökvar, sem festa moldina við þau (67. og 68. mynd).

Ýmsar lágplöntur, t. a. m. mosar, festa sig með nokkuð svipuðum hárum í jörðina, þótt þær hafi enga eiginlega rót. Þessar plöntutegundir vaxa aðeins þar sem linur jarðvegur er (mold, leir o. þ. h.), en ekki á klettum. Að vísu vaxa sumar þeirra í klettum, en þá eru þær ávalt í sprungum, en í sprungurnar hefur venjulegast safnast laus jörð.



67. mynd. Villihveiti; rætur; moldin er fóst á róthárunum.



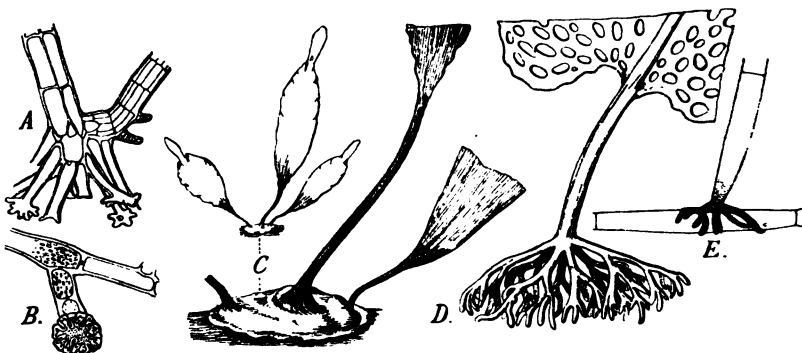
68. mynd. Rótarhár, smámolar af mold eru festir við þau.

Sumar plöntur hafa sjerstakan útbúnað til að festa sig á steina, einkum sjóþörungur og vatnaþörungur auk annara fleiri. (69. mynd). Neðsti hluti plöntunnar er með ýmsu móti lagaður til að festa plöntuna við steinana. Stundum er hann margkvíslaður og greinaendarnir fletjast út og falla þjett að klettinum

(t. a. m. þöngulhausinn, 69. mynd D). Greinarnar eða festarnar verða því fleiri og sterkari sem plantan verður stærri. Starf þeirra er einungis að festa og enga næringu taka þær úr jörðinni (steininum). Festar þessar eru oft mjög svo óbrotnar að byggingu og líkjast stundum talsvert róthárum.

Þá er hitt atriðið, hvernig plantan eða ljössprotinn getur haldið sjer upprjettum ofanjarðar. Til þess hafa plönturnar ýmsan útbúnað og má skifta honum í þrjá: 1. vökvapenslan, 2. stoðvefir og 3. útvortis skapnaðarlag.

1. Vökvapensluna er ekki auðið að skýra til fullnustu fyrir en



69. mynd. Festar ýmsra þörunga. A. B. (Roseninge), festarnar líkjast talsvert róthárum, en eru meira útflattar í oddinn. C. (J. Agardh), þangtegund, sem vex í köldum höfum. Festarnar eru einsog kringla að lögun. D. (Harvey), þörungstegund í köldum höfum, (Festarnar líkjast þöngulhaus). E. (Wittrock), lítill þörungstegund, sem vex á annari.

skýrt er frá innri bygging plantanna. En það er oss öllum kunnugt að blöðin lafa máttlaus niður með stönglinum þegar plantan þarfnast vatns. Er það svo að skilja að þýngdin má sín meira þegar vökvapenslan er lítill og því drúpa blöðin.

2. Stoðvefir eru einskonar beinagrind plöntunnar. Um þá verður talað síðar, og það er heldur ekki auðið að skýra þá til fullnustu fyrir en ræða er um innri bygginguna. Rifin í blaðinu eru ein tegund stoðvefja og var þeirra getið fyrir. Vjer munum geta þess nánar síðar hverja þýðingu vökvapensla og stoðvefir hafa fyrir plöntuna í þessu efni.

3. Ytra skapnaðarlag. Allur fjöldi plantna er þannig byggður að þær geta borið sig sjálfar, og stuðlar bæði vökvapenslan og stoðvefir til þess. En til eru þó plöntur svo veikbygðar,

að þær geta ekki haldið sjer uppjettum án þess að hafa eitthvað að styðjast við. Plöntur þessar köllum vjer vafningsviði eða vafningsplöntur, því þær vefja sig á ýmsan hátt um sterkari plöntur, þ. e. þær vefja sig um einskonar stoðir til þess að blöðin geti náð fullri birtu. Þesskonar líkamslögun kemur einkum upp í skógum, þ. e. stöðum þar sem mikil samkeppni er um birtuna milli hinna ýmsu tegunda. Vafningsviðir (þ. e. trjákendar vafningsplöntur) eru fremur sjaldgæfir í Norðurálfunni en alltiðir í öðrum álfum. Vafningsjurtir eru tíðari, en þó er mest um þær í heitum löndum. Stundum vefur plantan sig um stoðina í heilu líki (t. a. m. humall), stundum eru blöðin eða ákveðinn hluti blaðanna ummyndaður í grippræði (t. a. m. flækja) og stundum er rótin umbreytt í kliffæri (*hedera helix*).



70. mynd. Humall, snýr sig í hægri-skrúfu.

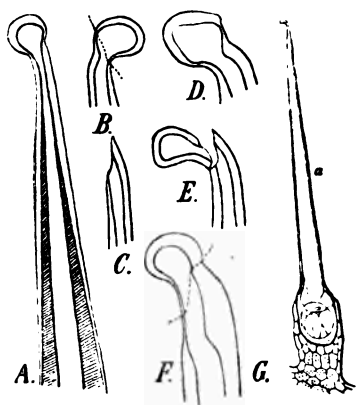
8. Varnargögn plantnanna útávið.

Margar plöntutegundir hafa ýmsan útbúnað til varnar gegn grasbitum, en með grasbitum teljum vjer auk grasneytinna spendýra, snígla, skordýralirfur o. þ. h. Varnargögnin eru tvenskonar: þyrnar og hár. Um varnargögnin má yfirleitt komast svo að orði, að þau eru sjerstaklega löguð til að stinga og særa.

Þyrnar eru margskonar, greinþyrnar (greinar verða að þyrnum), blaðþyrnar (blöð verða að þyrnum), barkþyrnar (þyrnar myndast af berkinum, og stundum rótþyrnar (rætur verða að þyrnum). Ekki munum vjer orðlengja frekar um þyrnana, en einungis geta málsháttarins: engin rós án þyrna, og um leið nefna sem dæmi rósategundir vorar og hrútaberin og þistilinn.

Hárin eru margskonar, og oft er lítt mögulegt að greina hár frá þyrnum. Sjerstök tegund hára er brennihárið (71. mynd)

brenninetla, stórnetla). Þau eru allstökk, því í þeim er allmikið af kísil, einskonar steintegund. Þegar við þau er komið brotnar oddurinn af, en sárið er skáhalt, einsog það væri sjerstaklega



71. mynd. Brennihár A—C. Stórnetla; það sem er þverstrikað í A er kolsúrt kalk, og það sem hvítt er kísilsýra. G er brenninetla. D, E, F, útlendar tegundir með brennihárum. Punktalínar í B og F táknar sárið. (Halberlandt).

lagað til að stinga og líkist eigi alllitið oddinum á morfinsprautu. Hárið hefur í sjer einskonar eitrefni, og leiðist það inn í líkama þess, sem brýtur hársoddinn.

Það er auðsjeð í beitilandinu að þyrnar og hár verja plönturnar, því þær tegundir standa venjulegast óskertar, er þannig eru útbúnar. Þó er ekki svo að skilja að þyrnar komi fram á plöntunni til þess beinlínis að verja hana gegn dýrum. heldur stendur þyrnþróunin í sambandi við loftslagið, þannig að blöð verða t. a. m. oft að þyrnum þar sem mjög er þurkasamt. Þyrnmyndunina

ber því fremur að skilja á þann hátt, að plantan lægir seglin, þ. e. minnar yfirborðið sökum ofmikillar uppgufunar.

Ýmsar plöntutegundir hafa þar að auki í sjer ýmskonar eitrefni, sem eru þeim auðvitað til varnar, því dýrin komast skjótt að raun um, að ekki er sem hollast að neyta þeirra.

9. Plönturnar og árstiðirnar.

Það sem nú verður sagt um útlit og ástand plantanna á ýmsum árstíðum, miðum vjer við kalt loftslag og sjerstaklega við loftslagið á Íslandi.

Vor og sumar. Vorið er sáðtið. Þá er hinum venjulega nytjaplöntum sáð, en allur fjöldinn af nytjurtum vorum eru þó látnar eiga sig sjálfar. Þær sá sjer sjálfar að haustinu eða hjara yfir veturinn eftir mætti. Þegar vorið kemur vakna þær af dvalanum, nýgræðingurinn fer að koma upp, og sje vorið gott þroskast hann óðum, en sje vorið kuldasamt kemur kýrkingur í

hann. Þó kemur venjulegast að því að vorhlýjan kemur í fullu veldi þó seint sje stundum. Þá þýtur grasið upp óðara en varir, enda er það segin saga, að gróðurinn þarf tiltölulega styttri tíma til að þroskast eftir því sem norðar dregur, og er það eflaust sumpart fólgið í því, að nætur eru »eins bjartar og dagur« á sumum tímum á vorin — en það lengir vinnutíma plantnanna — sumpart er það og eflaust fólgið í hinu, að plönturnar geymast svo vel í snjónum að vetrinum, og eru þá fljótari til að vorinu, er sólin kemur fram og snjóinn leysir. Sumar plöntur blómgastr þegar að vorinu og einstaka tegundir, t. a. m. vorblómið, blómgast venjulega áður en nýgræðingur er farinn að koma upp fyrir alvöru, en blómgunartími allflestra tegundanna er þó á sumrin. Sumarið er því blómtíð. Á vorin þróast laufsprotinn en blómsprotinn á sumrin. Seinni part sumars eru aldini þroskuð, þó hafa mjög snemmblóma tegundir lokið aldinþroskun miklu fyr. Margar plöntur hafa þó ekki tíma til aldinþroskunar, einkum ef vor og sumar er kalt, og snjórinn hylur þær oft á besta skeiði að haustinu. Sumarstarf plantnanna er að ala aldini og þar í er fólgið að safna forða í fræið til afnota við spíringuna næsta ár. Þessutan safna og fjölærar plöntur forða í jarðsprotana, og er tekið til þess forða með vorinu þegar nýgræðingurinn fer að koma upp.

Vorið kemur því seinna sem norðar dregur og því seinna sem ofar dregur. Á Íslandi má altaf finna vor einhversstaðar uppi í fjöllum liðlangt sumarið, og sumstaðar eru plönturnar ekki meira en rjett raknaðar úr rotinu þegar haustbyljirnir dynja á.

Haust og vetur. Á haustin fella plönturnar fræin og búa sig undir veturinn. En hvernig er þeim búningi varið? Frostið í sjálfu sjer er ekki skaðlegt fyrir plönturnar að vetrinum, en þar á móti þurrir vindar, er sjúga í sig allan þann raka er fyrir þeim verður. Aðalhættan, að vetrinum er því að plönturnar þorni upp eða visni. Þessu verjast þær á þann hátt að yfirborð ofanjarðarsprotanna verður svo lítið sem má og plantan verður þá svo lítil fyrirferðar ofanjarðar sem unt er. Einærar jurtir deyja með öllu og aðeins fræið lifir að vetrinum. Fyrirferð plöntunnar getur ekki orðið öllu minni. Bæði er fræskurnið fræinu til skýlis og lítið fræ ratar auðveldlega á skjól milli visinna stráa o. þ. h. Fræinu er því vel borgið að vetrinum. Tvíærar plöntur á fyrsta árinu hafa ekki náð lengra að sumrinu en að mynda blaðhvirfingar

og því gerfi halda þær að vetrinum. Hvirfingsblöðin eru svo þjett, að hvort skýlir öðru; ystu blöðin deyja að vísu oft, en þau detta ekki af og eru þá hinum til varnar. Hvirfingin liggur alveg við jörðina og sje jarðvegurinn gljúpur (t. a. m. mosajarðvegur.



72. mynd. Blaðhvirfing.

sandur) er eins og hún grafi sig niður í hann ofurlítið. Vetrarstormarnir eiga því örðugra með að ná til hvirfinganna og því betur er þeim borgið. Tviærar jurtir á öðru aldursári deyja út með öllu eins og einærar jurtir og aðeins

fræið lifir að vetrinum.

Fjölærar jurtir. Mestur hluti ofanjarðarsprotanna deyr þegar vetra fer, og það sem upp úr jörðinni stendur er visið og dautt á að sjá. En bæði á grastegundum og starartegundum á Íslandi er algengt á vetrum, að græn og lifandi blöð taka við innanvið visnu blöðin. Þar sem ekkert skýlir að vetrinum deyja ofanjarðarsprotarnir svo að segja alveg, en því betra skýli sem gróðurinn hefur (t. a. m. snjólag) því meira lifir af sprotum fyrir ofan jörð. Þar sem stöðugt snjólag hvílir á að vetrinum er því fjöldinn allur af fjölærum plöntum veturgreinn.

Trjáplöntur. Þegar haustar að fer skógurinn að fölna,



73. mynd. Birkibörkur.

blöðin blikna og falla til jarðar. Þá er lauffallstíð. Trjáplöntur fella þannig aðeins blöðin auk blómsprotanna. Stofnar og greinar eru korkvarðar og þola því vel þurkandi storma. Brumið er varið hlífarblöðum og er því engin hætta búin. Vetrarbrumið er tvenskonar, laufbrum og blómbaum. Gráviðirinn hefur alþroska blómbaum á Íslandi á haustin, og sama er að segja um birkitegundirnar. Blómbaum er venjulegast meira fyrirferðar en blaðbrumið. Þótt

greinar og brum frjósi á vetrum sakar það ekki, því korklagið og hlífarblöðin verja gegn uppþornan, að minsta kosti þar sem veturinn er ekki öllu harðari en á Íslandi.

Veturgrænar plöntur breytast minst á haustin. Að jafnaði fella þær ekki annað en blómsprotana (t. a. m. einir, krækilyng o. fl.). Plöntur þessar hafa og sjerstaka byggingu (sjá þurkplöntur á 53. bls.), er hæfir í þurkum. Blöðin eru mörg, mjóslegin, lítil, húðþykk eða á annan hátt útbúin gegn þurki.

Auk þeirra eru margar fjölærar jurtir veturgrænar, þar sem snjór skýlir einsog fyr var getið. Fannasveitirnar eru miklu auðugri að veturgrænum plöntum en snjóberu svæðin. Lægi ekki snjór á jörðinni á vetrum væru jurtir þessar ekki veturgrænar, því til þess hafa þær ekki útbúnað.

Fjöldinn allur af plöntum á Íslandi hafa alþroska eða hálfþroskað blómbrum á vetrum og svo er því og varið í ýmsum öðrum köldum löndum. Vorblómið t. a. m. er einhver hin fyrsta planta til blómgunar á Íslandi enda hefur það alþroska blómbrum á vetrum. Blómið opnast mjög snemma, strax og snjó leysir og ofurlítið fer að hlýna, og aldinþroskun byrjar því tiltölulega snemma og er því vissari þar sem sumar er kalt og stutt. Þesskonar vetrargerfi stendur og að miklu leyti í sambandi við lengd og hita gróðrartímans.

II. Innri bygging plantnanna.

Plönturnar eru mjög margbreyttar að innri byggingu. Ýmsar láglöntur svo sem gerlar og margir aðrir smápörungar eru einna óbrottnastar, því líkami þeirra er aðeins ein lítil fruma¹⁾. Plöntur þessar eru því ekki útbúnar með öðrum líffærum en þeim, sem í frumunni eru (sjá síðar), og köllum vjer að þær sju einfruma. Eftir því sem ofar dregur í plönturíkið, eða þegar til háplantnanna kemur, er plöntulíkaminn fullkomnari og ýmsir hlutar líkamans skifta verkum með sjer, einsog getið var í kaflanum á undan. En um leið verður og innri byggingin fullkomnari og ákveðin líffæri myndast hið innra í plöntunni. Líffærin skifta með sjer verkum og er hvert þeirra lagað eftir sínu starfi. Plöntur þessar eru samsettar af óteljandi frumum og eru því kallaðar fjölfruma. Það sem nú verður sagt um innri bygging plantnanna, er sjerstaklega miðað við þenna flokk eins og í kaflanum á undan.

1. Fruman.

Líkami háplantnanna er, eins og getið var, samsettur af ótal mörgum frumum eða smápörtum með tiltölulega miklu sjálfstæði. Frumurnar eru margskonar og hafa ýmsum störfum að gegna. Milli frumanna og plöntulíkamans er svipað hlutfall og milli borgaranna og þjóðfélagsins. Hver borgari hefur sín sjerstöku störf í þarfir heildarinnar, þ. e. þjóðfélagsins, og svo er því einnig varið með frumurnar með tilliti til plöntulíkamans. Fruman hefur eigin líffæri, en er um leið sjálf líffæri í plöntulíkamanum.

Þrír eru aðalpartar fullkominnar frumu: 1. frymið eða lífberinn, 2. frumusafinn og 3. frumuveggirnir, er lykja um að utan.

¹⁾ Þó eru sumar allstórar pörungategundir, t. a. m. *Caulerpa* (vex í heitum höfum) aðeins ein fruma. En þessi stóra fruma er með sjerstöku lagi, svo að plöntulíkaminn svarar fyllilega til fjölfruma plantna frá sjónarmiði lífsfræðinnar.

Frymið. Fryminu má skifta í tvent: hið eiginlega frymi, og kjarna, litbera o. fl., sem hvila í fryminu og eru því frábrugðnir að ýmsu leyti. Fyrir stuttleika sakir köllum vjer hið eiginlega frym að eins frym, og nefnum þá t. a. m., kjarna og önnur líffæri frumunnar með sínu nafni. Frymið er venjulega litarlaust og gagnsætt slímþykni, en í því eru ýmsir smápartar t. a. m. olíudropar, eggjahvítukorn o. þ. h., er gjörir það að verkum, að frymið er miður gagnsætt og lítur út sem það væri fult af smákornum mismunandi stórum; sum eru jafnvel svo smá að þau má vart eygja í sterkum sjónaukum.

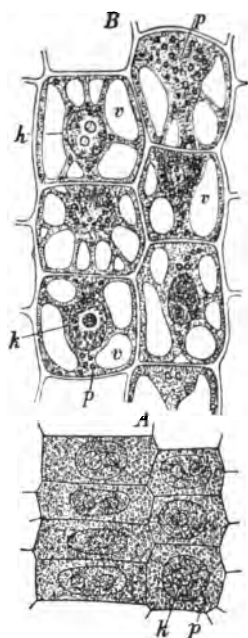
Efnasamsetning frymsins er mjög margbrotin. Einna mest ber á eggjuhvítuefnum, en þar að auki inniheldur frymið: kolvetni, fituefni, fosfórkend lífræn efni, ýms sölt og þar fram eftir götunum. Frymið er venjulegast ofurlítið salt.

Frymið er ekki í fullu fjöri nema nægilegt vatn sje í því, og nálgast þá allmjög að vera fljótandi, en missi það vatns verður það þjett og stökt og liggur þá í dái.

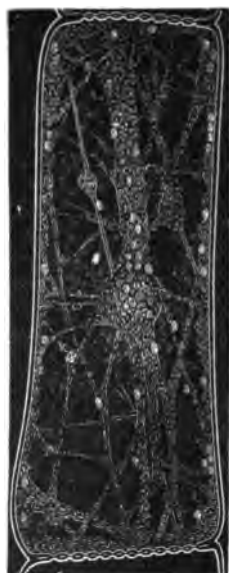
Utan á fryminu, næst veggjunum, er þjett, gagnsætt og kornalaust lag, einskonar hýði eða húðlag. Samskonar lag er og á fryminu hið innra, þar sem það veit að frumusafanum. Húðlag þetta ber þó ekki að skoða sem himnu, því ekki eru skörp mörkin á milli þess og hinna vatnsríkari hluta frymsins, og kiprist frymið saman fylgir húðlagið með án þess nokkur hrukka eða felling sjáist á því. Húðlagið hefur mikla þýðingu að því er snertir ferðalag næringarefnanna í plöntunni.

Frumusafinn. Meðan frumurnar eru á æskuskeiðinu (t. a. m. í vaxtararni rótar og stönguls) fyllir frymið algjörlega út í veggina (74. mynd A), en þegar fruman stækkar meira fer að bóla á holum inni í fryminu (74. mynd B). Það eru safahol. Í þau safnast vatnskendur vökvi. Hann er tær og venjulegast súr. Það er frumusafinn. Í honum eru margskonar efni uppleyst t. a. m. sykurtegundir, eggjahvíta, sýrur, sölt o. fl. Við frumuveggina er ávalt frymlag og safinn liggur því aldrei upp að sjálfum veggnum. Í fyrstunni eru safaholin aðskilin, en eftir því sem fruman verður eldri stækka þau og renna saman og að lokunum er aðeins eitt stórt safahol í frumunni. Stundum liggja finir frymþræðir um þvert og endilangt safaholið, en venjulegast er, að frymið aðeins myndar þunt lag fram með veggjunum, þ. e. yst er veggurinn, þá kemur þunt frymlag innanvið einsog

oplaus poki að lögun; þá er það kallað veggfrymi, í því liggur kjarninn. Innan við veggfrymið er frumusafinn. Veggfrymið er stundum svo þunt að vart má augu á það koma í sjónaukum, nema það sje litað eða fjarlæggt frá veggnum með því að saga vatn úr frumunni (sjá síðar).



74. mynd. Frumur á ýmsu þroskastigi; p, frymi, v, safahol, k, kjarninn. (Sachs).



75. mynd. Fruma úr plöntuhári. Frá veggfryminu gengur allgildur frymstrengur gegnum frumuholið að endilöngu (í honum er kjarninn), auk hans sjást margir finir frympræðir.

Í frumusafanum eru sum efni uppleyst, sem ekki finnast í fryminu, og í fryminu eru efni, sem ekki finnast í safanum, og er það svo að skilja, að húðlagið hleypir ekki öllum efnum jafnt í gegn um sig, en húðlagið umlykur safaholið öllum megin einsog getið var.

Hreifing frymsins. Ýmsar hreifingar eiga sjer stað í fryminu, en hjer skal þó aðeins drepíð á frymstrauma í venjulegum frumum. Þeir eru tvenskonar. Í frumu, sem aðeins hafa vegg-

frymi, fer straumurinn í hring um safaholið. Straum þenna má greinilega sjá í sumum frumum (í sjónauka), einkum í rótarhárum vatnsplantna. Hreifingar þessar eiga sjer þó einkum stað í innri lögum frymsins, og ysta lagið með grænkornunum (sjá síðar) og sjálft húðlagið er ávalt hreifingarlaust. Oft eru straumar þessir þó ekki sýnilegir í ósködduðum plöntum, en særíst plantan koma fram allmiklir straumar í frumunum næst sárinu og stundum eru þeir jafnvel svo harðir að grænkornin komast á fleygiferð.

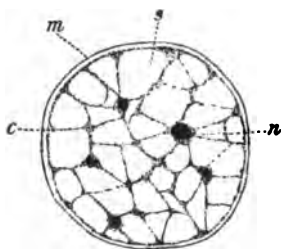
Þá er önnur tegund hreifinga í fryminu, er kalla má öfugstreymi (sjá 75. mynd). Bæði eru þá margskonar straumar allbreytilegir í veggfryminu og sumpart ganga straumarnir frá veggfryminu um frymþræðina í safaholinu. Húðlagið er og hreifingarlaust þar sem öfugstreymi er. Straumarnir breytast stöðugt og frymþræðirnir hverfa inn í veggfrymið eða renna saman og nýir þræðir koma fram er minst varir. Í sama þræði fara straumarnir oft sinn í hvora áttina. Straumhraðinn er háður ákveðnu hitastigi og er mestur við 28° — 35° hita. Í háplöntum verða og engir frymstraumar sje ekki nægilegt súrefni fyrir hendi. Þess var og getið fyrir að straumhraðinn eykst ef plantan særíst. Straumhraðinn er oft ekki alllítill. Mesti hraðinn, sem vjer þekkjum er 10 mm. á mínútu. Í brennihárum netlunnar er straumhraðinn hjer um bil 0,5 mm. á mínútu.

Straumar þessir eru mjög mikilvægir fyrir plöntuna. Næringar-efnin berast fyrir þá sök miklu fljótara milli hinna ýmsu parta frumunnar og frá einni frumu til annarar en ella. Að straumarnir hafa þessa þýðinga sjest meðal annars af því, að þeir verða örari í frumum umhverfis sár. Þar er nefnilega alt undir komið, að efnin geti borist fljótt að sárinu til þess að bæta það.

Frumukjarninn. Í sjerhverri lifandi frumu er kjarni, og venjulegast aðeins einn í hverri. Stundum eru þó margir kjarnar í einni frumu, einkum ef hún er löng eða stór yfirleitt. Kjarninn er venjulegast sem kúla að lögun í ungum frumum. Lögun hans er þó nokkuð breytileg og fer það eftir lögun frumunnar. Í stuttum frumum fullvaxta er kjarninn venjulegast oddbaugóttur, í löngum frumum ennþá langdregnari og í örmjóum frumum næstum því þráðlaga. Þá eru og kjarnar með ennþá annarri lögun, þótt það sje sjaldgæfara. Kjarninn er ávalt inni í fryminu. Í ungum frumum er hann hjer um bil í miðjunni (74. mynd), í eldri frumum annaðhvort í veggfryminu eða frymþræðunum (75. mynd).

Stærð kjarnanna er afarmismunandi. Einna minsta kjarna hafa t. a. m. sveppir og smápörungar. Til dæmis má taka að kjarnar svepptegundar nokkurar eru hjer um bil 0,003 mm. að lengd og ofurlítið mjórri. En stærsta kjarna hittum vjer í fræhvitu einkimblaða plantna (hjá keisarakrónu eru þeir 0,06 mm að lengd og hjer um bil hálfu mjórri).

Kjarninn er samsettur af eggjahvituefnum eins og frymið, en inniheldur þess utan efnasamband, kirni, sem ekki finst í fryminu. En kirni er samsett af eggjahvitu og kinnisýrum. Sökum þessarar efnasamsetningar tekur kjarninn betur lit en frymið (að minsta kosti í dauðum frumum), og á því byggist yfirleitt að auðið er að rannsaka minstu kjarnana. Þeir verða nefnilega ekki greindir frá fryminu fyr en þeir eru litaðir, en með því þeir taka betur lit en frymið verða þeir dekkri og verða þá greindir.



76. mynd. Skýringarmynd á kjarnabyggingu hjá plöntum og dýrum. m, kjarnhýðið (er teiknað frálaust tilskilningsauka); c, kjarnanetið; s, kjarnasafi; n, smákjarnar. (R. Bergh).

Kjarninn er mjög svo margbrotinn að byggingarfari og má telja hann hið þýðingarmesta líffæri frumunnar. Hann er greinilega afmarkaður frá fryminu, sem um hann lykur. Kjarnanum má skifta í 4 aðalhluta:

1) Kjarnhýðið (m í 76. mynd). Það lykur um kjarnann og afmarkar hann frá fryminu. Er það miklu þjettbyggðara en húðlagið, sem getið var hjer á undan.

2) Kjarnanetið (c í 76. mynd). Áður en kjarninn fer að búa sig undir deilingu, er aðalefni hans sundurliðað í ótal möskva (eða hölf) og litur hann

þá út sem óskipulegt net riðið af kjarnaþráðum eða teinum. Aðalefni netsins tekur ekki sjerlega vel lit, en í því er mesti aragrúi af smákornum, er taka vel lit og halda litnum á eftir. Þau eru nefnd litniskorn og hafa að geyma mestan hlut kinnisins.

3) Í kjarnaþráðunum (eða kjarnaveggjunum) eru og önnur korn, eitt eða fleiri, miklu stærri en litniskornin (76. mynd n). Þau innihalda meðal annars einkum eggjahvituefni, og taka lit mætavel eins og litniskornin. Korn þessi eru nefnd smákjarnar, en eigi er með öllu ljóst ennþá hvert hlutverk þeirra er. Þau hverfa þegar kjarninn fer að deilast og halda því sumir að þau sje einskonar forði.

4) Kjarnasafinn. Í möskvunum (eða hólfunum) er tært efni (76. mynd, s), sem nefnt er kjarnasafi.

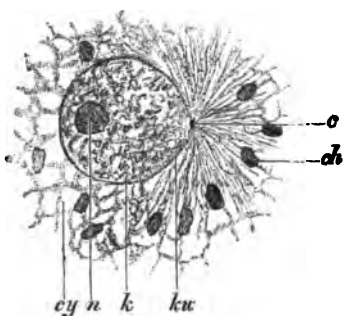
(Kjarnasafinn virðist vera saltur en kjarnanetið súrt).

Pólfrumurnar (77. mynd, c) eru í nánu sambandi við kjarnann. Finir þræðir eða teinar stafa frá pólfrumunum, einkum þegar kjarninn deilist, og oft lítur svo út sem þær sjeu girtar björtu belti. Þeirra verður getið síðar enda er aðalhlutverk þeirra í sambandi við kjarnadeilingar. Pólfrumurnar eru algengar í dýraríkinu, sömuleiðis hjá þörungum (77. mynd, c) og mosum. Líklegt má og telja að þær finnist og hjá ýmsum háplöntum þó menn sje ekki sammála um það ennþá.

Starf kjarnans. Menn hafa gert ýmsar tilraunir til að komast að því, hverjum störfum frumukjarninn hefur að sinna, og óhætt er að fullyrða, að myndan frumuveggjanna er háð kjarnanum. Hið sama á sjer og venjulega stað, að því er sterkjumyndanina snertir. Sömuleiðis eru ýmsar efna-breytingar í líkama plöntunnar háðar kjarnanum að einu eða öðru leyti. Í dýraríkinu hafa menn komist að svipaðri niðurstöðu og sýnt fram á að þróun frumanna (og líkamanna) og efna-breytingar í líkamanum eru háðar kjörnunum.

Öll frumudeiling og frjóvgun byrjar með einkennilegum breytingum á kjörnunum. Ýmsir fræðimenn álíta því að ættgengir eiginleikar felist í kjarnanum og þó einkum í litninu. Eftir því ætti kjarninn að hafa hina mestu þýðingu fyrir þróunina yfirleitt. Sem stendur er þó ekki auðið að segja af eða á í þessu efni. En það vitum vjer þó með vissu að frym og kjarni er óhjákvæmilegt til þess að líf plantna og dýra hafi sinn eðlilega gang. Kjarninn getur ekki lifað án fryms og frymið ekki án kjarna.

Litberar. Í mörgum frumum eru auk kjarnans annarskonar líffæri innilukt í fryminu. Það eru litberarnir. Þeir eru talsvert þjettbygðari en frymið og hafa margskonar lögun. Litberar finnast þegar í ungum frumum en eru þá smáir. Þeir vaxa og æxlast á þann hátt, að þeir skiftast í tvent (78. mynd, b', b'').



77. mynd. Kjarni og rýmið umhverfis (úr ungum brúnum þörung) k, kjarni; c, pólfruma út frá henni stafa finir þræðir; n, smákjarni; cy, frymi; kw, kjarnhyði; ch, litberar. (Strasburger).

og geta stundum lifað allengi þó þeir sjeu teknir úr fryminu. Litberarnir eru einskonar líffæri í frumunni og hafa talsvert sjálfstæði. Menn skipa litberunum í þrjá aðalflokka eftir litnum, en þó eru takmörkin milli flokkanna ekki glögg.



78. mynd. A, fruma úr mosablaði. Grænkornin liggja í veggfryminu, hvítu blettirnir í þeim eru sterkjukorn; B, b—b'' grænkorn í deilingu; c, grænkorn tult af sterkjukornum.

Grænir litberar. Liturinn kemur af grænu litarefni (blaðgrænum lit). Lögun þeirra er ýmisleg. Venjulegast eru þau kringlótt og eru þá oft nefnd grænkorn (78. mynd); í grænum þörungum hafa þau annarskonar lögun. Litberarnir eru inniluktir í fryminu, einsog tekið var fram, einkum í veggfryminu (78. mynd). Þeir geta breytt stöðu sinni í frumunni eftir áhrifum ljóssins eins og síðar mun getið. Litberarnir eru litarlausir í mjög ungum frumum. Oft myndast sterkjukorn innan í grænkornunum (78. mynd, B), en hjá sumum plöntum, er ekki hafa sterkju í sjer, koma fram olíudropar í þess stað.

Litberar virðast vera nokkuð svipaðir njarðarvöttum að byggingarfari, að því er eyging snertir og liturinn er í augunum

eða holunum uppleystur í olú- eða vaxkendu efni.

Plönturnar eru grænar af því þær hafa í sjer blaðgræna litinn. Litur þessi er þó venjulegast samsettur af fleiri litarefnum og inniheldur auk hins eiginlega blaðgræna lits eitt eða fleiri gul litarefni. Blaðgræni liturinn heldur sjer ekki ef hann verður fyrir áhrifum af sýrum. Sjást það meðal annars glögg á plöntum með mjög súrum frumusafa (t. a. m. vallarsúru) þegar þær deyja (eru soðnar eða þurkaðar). Þegar frymið deyr getur sýran úr frumusafanum komist gegn um það og náð að hafa áhrif á grænkornin. Þá breytist græni liturinn í brúnleitan lit. Svipað er og varið litbrigðum blaðanna á haustin þegar laufin fölna. Matjurtir halda þó eðlilegum lit ef tvíkolsúrt natron er látið í vatnið, sem þær eru soðnar í. Til þess að plönturnar verði grænar er nauðsynlegt að þær verði fyrir áhrifum ljóss. Vanti plönturnar ljós verða þær gular.

Blaðgræni liturinn er mjög algengur í plönturíkinu, þó vantar

hann með öllu hjá sumum plöntum t. a. m. sveppum. Í sumum lágðýrum hafa menn og fundið blaðgrænan lit.

Blaðgræni liturinn er óuppleysanlegur í vatni, en leysist upp í vínanda og þessháttar vökvum. Vjer munum síðar geta um afstöðu blaðgræna litsins við hina ýmsu liti ljóssins.

Hvítir litberar eru alltíðir og er hlutverk þeirra samþart að framleiða sterkjuefni og sumpart olíukend efni. Þeir eru svo að segja alstaðar í plöntunum og þó einkum í þeim hlutum plantna, sem ekki hafa aðra litbera. Grænkornin myndast blátt áfram af hvítum kornum í ungum frumum. Til dæmis má taka kartöfluna, sje hún þannig sett að ljósið hafi beinlínis áhrif á hana verður hún græn af því að hvítir litberar breytast þá í græna litbera. Þó virðist svo sem ýmsir hvítir litberar t. a. m. í fræhvítu- og yfirhúðarfrumum verði aldrei grænir.

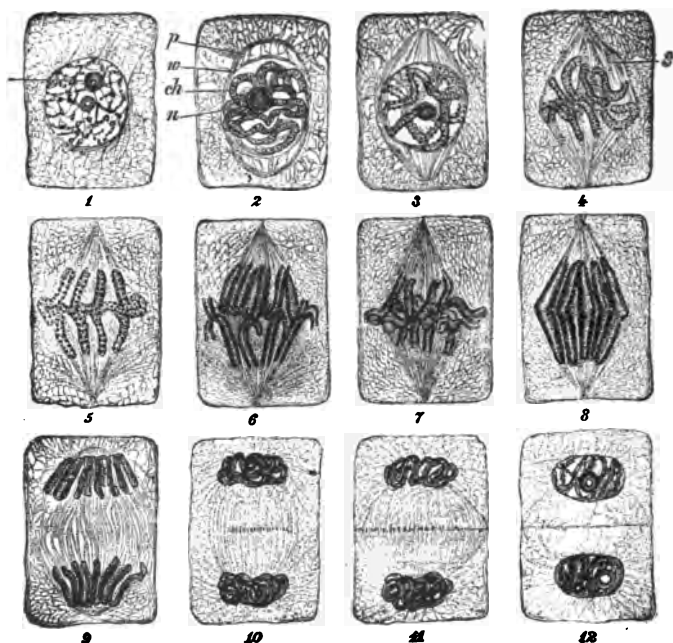
Þá er hin þriðja tegund litbera. Þeir eru hvorki grænir nje hvítir, en hafa aðra liti og eru t. a. m. blágrænir, rauðir eða brúnir. Þesskonar litberar eru einkum hjá þörungum með hinum nefndu litum. Litberar þessir hafa í sjer auk hins eiginlega blaðgræna lits, blágrænt, brúnt eða rautt litarefni og verður þess getið nánar síðar. Litberar þessir eru mjög náskyldir grænkornum. Annarskonar litberar (t. a. m. í ýmsum aldinum) innihalda svipuð litarefni, en eru annaðhvort umbreytt grænkorn eða hvítkorn. Venjulegast eru þó þessir litir gulir eða gulrauðir (Rósaraldin, gulrót og mörg blóm). Flestir bláir eða rauðir plöntuhlutar hafa litarefnið uppleyst í frumusafanum.

Frumuveggirnir myndast og af fryminu og geta því aðeins vaxið, að þeir verði fyrir áhrifum af fryminu eða kjarnanum. Aðal-efni frumuveggsins er efni það, er vjer köllum frumuefni (einskonar kolvetni), og verður þess getið nánar síðar.

2. Frumudælingar.

Ein fruman getur aðra. Það er lögmál, sem gildir. Allar frumur stafa frá hinni frjógvuguð eggfrumu í plöntum þeim, sem orðnar eru til við frjógvun. Allir kjarnar og alt frymi stafar frá eggfrumukjarnanum eða fryminu og sama er að segja um litberana, að því er oss er frekast kunnugt. Vjer vitum þess ekki dæmi, að frumur myndist utan við líkamina af lífrænum eða ólífrænum efnum. Með öðrum orðum: vjer vitum þess ekki dæmi að lífræn

eða ólífræn efni geti orðið að lifandi veru af sjálfsdáðum. Frumurnar deilast með ýmsum hætti einsog þegar skal getið. Í frumum með mörgum kjörnum er deilingin að vissu leyti ekki svo mjög komin undir kjarnadeilingum. En í frumum með einum kjarna deilist kjarninn fyrst eða kjarnadeilingin er að minsta kosti samfara frumudeilingunni. Frumukjarnar deilast á tvennan hátt: annaðhvort skiftist kjarninn blátt áfram í tvo hluti á mjög svo óbrotinn hátt, eða kjarnadeilingin er talsvert flókin og margbrotin.



79. mynd. Margbrotin kjarnadeiling úr vaxtararni blómplöntutegundar einnar (*Populus*); 1—12 eru hin ýmsu stig kjarnadeilingarinnar (sjá textann); n, smákjarni; w, kjarnhýði; ch, bogteinar; p, pólhetta; s, kjarnateinar; í 4 og 5 eru bogteinarar að skipa sjer í miðju kjarnans; 6—8, bogteinahelmingarnir eru að skipa sjer hver til síns póls. (Strasburger).

a. Hinni óbrotnu kjarnadeilingu er blátt áfram þannig varið, að kjarninn skiftir sjer í tvo eða fleiri hluta, og efflaust má fullyrða að þetta er hið upprunalega snið kjarnadeilinganna, og er það einkum að finna meðal hinna lægri plantna. Þegar á alt er litið er þessi deilingarháttur þó fremur sjaldgæfur í plönturíkinu.

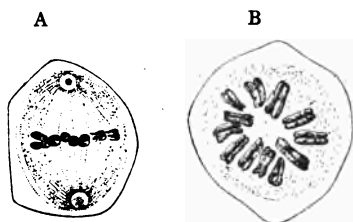
b. Margbrotna kjarnadeilingin byrjar á þann hátt, að mikið ber á kjarnanetinu og litnið í því eykst, og yfir höfuð að tala ber það ávalt vott um að kjarninn hafi mikilsvarðandi störfum að gegna. Til að skýra kjarnadeiling þessa frekar tökum vjer fram ýms atriði til að sýna ákveðin þróunarskeið í henni.

1. skeiðið er kallað hnoðaskeið (79. mynd, 2), því kjarnanetið breytist í lausundinn tiltölulega stuttan þráð. Litnið hópar sig sem perlur og er samtengt af aðalefni kjarnans. Jafnframt þessu koma í ljós sjerstakar þráðkendar frymmyndanir eða pólhettur (79 mynd, p) á tvær hliðar kjarnans.

2. Smámsaman raða þræðir pólhettanna sjer í tvö bindi, er stafa frá vissum stað, og staður sá liggur mjög oft í ytra húðlagi frymsins (79. mynd, 3—8). Þræðir þessir eru mjög fingerðir og köllum vjer þá kjarnaþræði. Litnisþræðirnir skiftast í tvent, og koma þá fram hinir venjulegu bogteinar. Eru þeir venjulega óskipulega beygðir eða beygðir á svipaðan hátt og bókstafurinn U. (79. mynd, 4, 5). Bogteinarnir safnast í miðju kjarnateinanna og liggja allir í einum fleti, kjarnafletinum (80. mynd), og geisla út frá honum í allar áttir, því er þetta skeið kallað stjörnuskeið. Á þessu skeiði eru allir smákjarnar horfnir, og uppleysast þeir þá með öllu eða leifar þeirra flytjast út í frymið. Kjarnhýðið er og horfið með öllu og svo lítur út sem bogteinarnir liggi lausir í fryminu og kjarnaþræðirnir samtengi pól við pól (79. mynd, 4, 5). Þvínæst deilast bogteinarnir að endilöngu, og svo lítur út sem hvert litniskorn deilist í tvent.

3. Annar helmingur hvers bogteins sveigist að öðrum pólnum en hinn helmingurinn að hinum. Þetta skeið köllum vjer breytingaskeið (79. mynd, 6—9). Síðustu stig þessa þróunarskeiðs eru oft kölluð tvístirni. Menn halda að ferðalag bogteinanna sje háð samherpingi í kjarnateinunum.

4. Báðir hópar hinna helminguðu bogteina sameinast aftur og verða að samhangandi kjarnaþráðum (þ. e. hver hópurinn er út af fyrir sig) og þannig myndast tvíhnoðaskeiðið (79. mynd, 10, 11). Þá breytist hvert hnoða í venjulega kjarnateina, nýtt

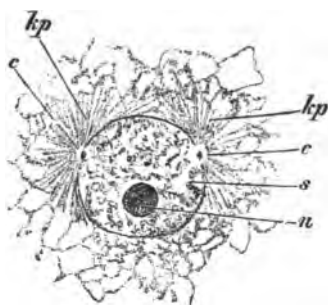


80. mynd. Stjörnuskeið kjarnadeilinganna. Í A, sjást bogteinarnir og mynda þeir kjarnaflötinn í miðju kjarnans; B, kjarnaflöturinn, sjeð frá pól kjarnaþráðanna, bogteinarnir hafa skift sjer.

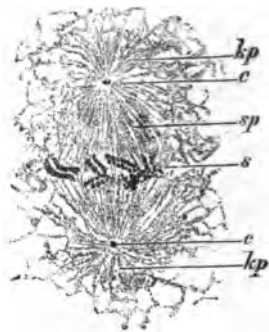
kjarnhýði myndast og smákjarnar fara að koma í ljós. Kjarnaskiftingin er búin og tveir dæturkjarnar myndaðir. Þó eru ennþá sýnilegir finir þræðir á milli hinna nýju kjarna og verður þeirra getið nánar síðar í sambandi við veggmyndunina.

Venjulegar frumur innihalda ávalt tvöfalt fleiri bogteina en kynfrumurnar (sjá síðar 76. bls.).

Kjarnadeilingin verður oft með skjótri skipan. Menn hafa veitt því eftirtekt að kjarnar sumra plantna þurfa t. a. m. ekki lengri tíma en $1\frac{1}{2}$ —2 klukkustundir til fullkominnar deilingar. Þess ber og að geta að kjarnar geta deilst, þó súrefni sje ekki fyrir hendi, en súrefnið er þó, eins og öllum er kunnugt, allflestum verum nauðsynlegt til lífs. En hreifingar eiga sjer ekki stað í fryminu, og frumuveggir geta ekki komið fram nema súrefni sje fyrir höndum.



81. mynd. Frumukjarni af þangi í byrjun deilingar; s, litni; n, smákjarni; kp, frympæðir, sem geisla frá pólfrumunni (c) og eru að flytjast yfir þveran kjarnann.



82. mynd. Kjarnaskifting hjá þangtegund einni: s, bogteinarnir og hafa þeir deilst í tvent og mynda kjarnaflöt, sp, kjarnateinar. Að öðru leyti merkja bókstafirnir sama og í 81. mynd. (Strasburger).

Í kynfærum háplantnanna er kjarnadeilingin nokkuð frábrugðin, en vjer skulum þó ekki fara frekar út í þá sálma hjer, og láta oss nægja að geta þess að bogteinarnir eru helmingi færri í kynfrumunum en ella.

Hjá lágplöntum (og í dýrafrumum) hefst kjarnadeilingin á þann hátt að pólfruman skiftist í tvent, og hver helmingurinn sveigist að sínum pól, og stafa frympæðir út frá hvorum þeirra, en af þeim myndast kjarnateinar síðar (81. og 82. mynd).

Við kjarnadeilinguna skiftist litnið hnífjafnt milli nýju kjarnanna

og skiftingin er meira að segja svo nákvæm að hvert einasta litniskorn skiftist í tvent.

Frumudeilingar verða með ýmsu móti, og skal hjer getið nokkurra hinna helstu deilingarmáta.

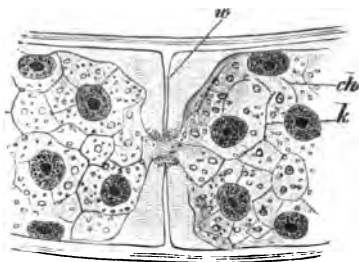
a. Tvídeiling. Í frumum með einum kjarna er frumudeiling nálega ætíð samfara kjarnaskiftingunni. Fruman skiftist á þann hátt, er nú skal greina: kjarnapræðirnir, er samtengja nýju kjarnana, fjölga (79. mynd, 9); þeir sveigjast útávið um miðjuna og líkjast talsvert tunnustöfum að lögun. Þá fara að koma í ljós smákorn í þverfletinum gegn um bumbuna á sambandsþráðunum. Korn þessi raða sjer þannig, að fram kemur þunt samhangandi lag eða veggvísir (79. mynd, 10—12). Sje fruman frymrík eða mjö, nær veggvísirinn brátt yfir hana þvera, og breytist þá með skjótri skipan í frumuvegg, er skilur milli beggja hinna nýju fruma (79. mynd).

Sje fruman breið og innihaldi tiltölulega lítið frym, fyllir bumban á kjarnateinunum ekki út í frumuna og þverveggurinn milli nýju frumanna vex þá smámsaman og fyllir að lokunum út í þvera frumuna og deilir henni þá í tvent.

Hjá þalplöntum vex hinn nýi þverveggur ekki í kjarnateinum, en kemur blátt áfram upp í fryminu, annaðhvort með skjótri skipan eða smámsaman og er það venjulegra.

Á 83. mynd er sýnt hvernig þverveggurinn vex smámsaman frá hliðveggjunum innávið. Í frumum með mörgum kjörnum er veggmyndunin ekki í beinu sambandi við kjarnadeilinguna.

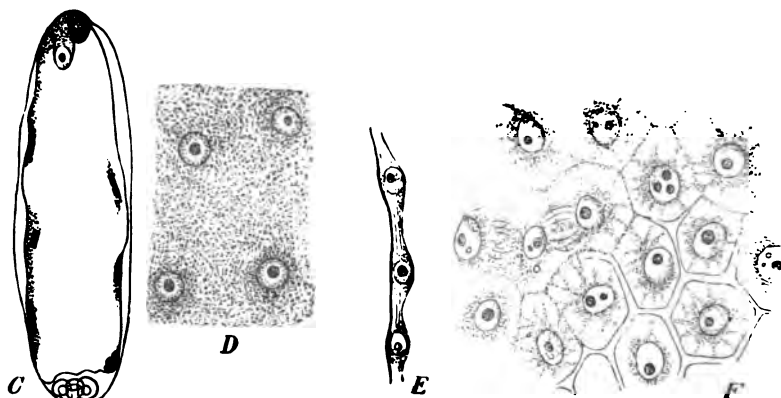
b. Margdeiling verður á þann hátt, að margar kjarnadeilingar eiga sjer stað í móðurfrumunni áður en nokkrir veggir fara að koma í ljós, er skilji milli þeirra. Eitthvert hið greinilegasta dæmi upp á margdeilingu er vöxtur fræhvitunnar hjá blómplöntunum. Kímsekkur blómplantnanna er mjög stór fruma, sem er allengi að vaxa. Þegar miðkjarni kímseksins deilist hefjast þar mjög örar kjarnadeilingar, því dæturkjarnarnir deilast mjög ört og raða sjer allskipulega í veggfrymi kímseksins. Þessu fer fram



83. mynd. Nokkur hluti frumu úr grænum þörung í deilingu; w er þverveggurinn sem vex smámsaman frá hliðveggjunum innávið; k, kjarnar; ch, litberar. (Strasburger).

þangað til kímsekkurinn er orðinn allstór (84. mynd), en þegar hann er kominn á ákveðið þroskaskeið fara að koma í ljós sam- tengingarþræðir milli kjarnanna og veggvisar og að lokunum verður það alt smámsaman að samhangandi vef (84. mynd, F), fræhvítunni. er fyllir algjörlega út í kímsekkinn.

Þá eru sumar frumudeilingar þannig, að innihald móðurfrum- unnar deilist í fleiri sjálfstæðar frumur. Eiga þær deilingar sjer einkum stað í gróhirslum ýmsra sveppategunda o. s. frv. Frumudeilingar



84. Margdeiling í kímsekknum. C, kímsekkurinn, kjarnadeilingar eiga sjer stað í veggfryminu til beggja hliða. Frumurnar í efra og neðra enda kímsekkksins snerta ekki fræhvítuna; D, nokkur hluti veggfrymsins með 4 kjörnum; E, veggfrymi skoríð að endilöngu. F, frumuveggir að myndast, þeir eru þroskamestir hægra- megin á myndinni.

þessar líkjast að mestu leyti margdeilingunni í kímsekknum og munurinn er aðallega sá, að þær framleiða ekki samhangandi frumuvef.

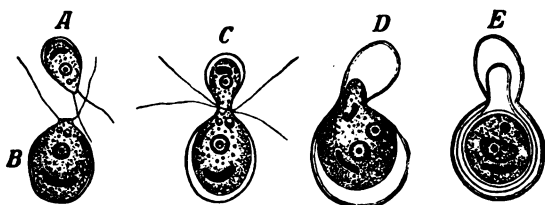
c. knappdeiling er með þeim hætti, að smásepar myndast út úr móðurfruminni og fyllast smámsaman af frymi úr henni. Að lokunum kemur upp þverveggur, er aðskilur dótturina frá móðurfrumunni. Þessara deilinga verður getið síðar, þar sem rætt verður um knappæxlun.

Þá eru og annarskonar deilingarhættir, er ekki þykir þörf að geta um hjer.

Frumu-samruni. Kynsæxlunin byggist á því að tvær frumur sameinast eða renna saman, en við það myndast nýr einstaklingur. Hver þessara fruma getur ekki náð meiri þroska

af sjálfsdádum (þó eru nokkrar undantekningar frá þeirri reglu), en þegar þær sameinast hefjast nýjar frumudeilingar og nýr einstaklingur fer að vaxa. Kynsæxlun verður á tvennan hátt:

1. Báðar frumurnar eru jafnar eða hjerumbil jafnar að stærð, útliti og útbúningi. Á 85. mynd er þesskonar æxlun sýnd, frumurnar A og B sameinast og eru þær næsta líkar. Þó A sje nokkuð minni. Í báðum frumunum sjest kjarninn mjög greinilega og í honum er einn smákjarni. Báðar frumur hafa tvær svifur og er þær snerta hvor aðra uppleysist veggurinn

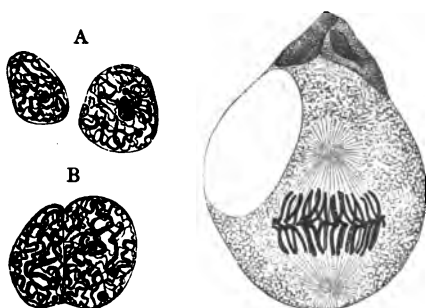


85. mynd. Kynsæxlun hjá grænni þörungstegund; A og B eru frumurnar, sem saman renna, önnur er nokkuð minni, en að öðru leyti líta þær eins út; C—E, ýms æxlunarstig. (Goroschankin).

og innihald annarar rennur yfir í hina (C—E). Frym beggja og kjarnar sameinast (E). Þar með er æxluninni lokið og nýr einstaklingur fer að þróast. Þetta tilfelli nálgast allmjög frjóvgunina, því bæði er fruman A minni en B og innihald hennar rennur yfir í B.

2. Frjóvgun. Frumurnar eru ójafnar að stærð, útliti og útbúningi. Karlfruman er miklu minni og getur oft hreift sig eigi alllitið. Kvennfruman er stærri, ósjálfhreifa og oftast sem kúla að lögun. Kynfrumurnar

renna algjörlega saman, frymi blandast frymi og kjarni kjarna. Hjá blómplöntum er þessu þannig varið, að frjópið þrengir sjer gegn um frjópið og karlfruman rennur þá saman við eggfrumuna (í efri enda kímseksins); frymið blandast og kjarnarnir leggjast hvor upp að öðrum (86. mynd). Karlfrumukjarninn var í upphafi minni og þjettbygðari



86. mynd. Samruni karl- og kvennkjarna hjá liljutegund einni. A, kjarnarnir nálgast hvor annan; minni kjarninn er karlkyns; B, kjarnarnir liggja hvor upp að öðrum; C. Tvikjarninn deillist.

en kvennkjarninn, en þegar hjer er komið eru þeir líkir að stærð og útliti. Áður voru kjarnarnir og ólíkir að því leyti að karlkjarninn litaðist einkum af bláum litarefnum en kvennkjarninn af rauðum; á þessu skeiði er sá mismunur og horfinn. Báðir kjarnar virðast að öllu leyti eins í samruna augnablikinu. Þegar þeir hafa sameinast myndast af þeim nýr kjarni, tvíkjarninn, er liggur laus í fryminu. Þess var getið fyr að kynfrumur innihjeldu hálfu færri bogteina en venjulegar frumur. Hjá þeirri tegund, sem 86. mynd er af, eru 24 bogteinar í venjulegum frumum, og þá aðeins 12 í kynfrumunum. En nú sameinast kjarnar kynfrumanna og verða því 24 (12 + 12) bogteinar í tvíkjarnanum. Þegar tvíkjarninn deilist klofna þessir 24 bogteinar á venjulegan hátt, svo hver hinna nýju kjarna inniheldur 24, og verður kjarnanetið þar af. Nýju frumurnar hvor um sig hafa þannig jafnmikið af innihaldi karl- og kvenfrumunnar. Deiling tvíkjarnans er hin fyrsta deiling, er á sjer stað í fóstrinu, en fóstrið er getið við frjóvgunina. Þvínæst verða margar frumudeilingar í fóstrinu og það verður að lokunum að fjölfruma kími og kímið að fullorðinni plöntu. Við sjerhverja kjarnadeilingu koma í ljós 24 bogteinar í nýju kjörnunum, þangað til kynfrumurnar fara að myndast; þær fá aðeins 12 bogteina eins og getið var.

3. Helstu efni frumanna.

Plönturnar innihalda margskonar efni, en hjer skal þó aðeins getið hinna helstu. Hver plöntuhluti inniheldur vatn. Sje plantan þurkuð þannig að alt vatn hverfi er þurefnið eftir. Þurefninu má svo skifta í tvent: 1, hin eiginlegu plöntuefni, þau eru lífræn og geta brunnið í eldi og 2, ólífræn efni, meginhluti þeirra verður eftir þegar plantan er brend, og eru þau því nefnd öskuefni plöntunnar. Meðan plantan er lifandi eru öskuefni hennar í samböndum við lífrænu efnin.

Vatn er mest í ungum plöntuhlutum, sem eru í vexti, og þurefnið er þá oft mjög lítið. Fullorðnir plöntuhlutar hafa í sjer tiltölulega minna vatn en þó allríkulegt.

Vatnið er 50—80 % af innihaldi laufblaðanna, en 30—60 % í viði. Fræin hafa í sjer einna minst vatn, 5—20 %. Sumar plöntutegundir eru mjög vatnsríkar t. a. m. ætisveppurinn (92 % vatn) og melóna (95 % vatn) o. fl. Vatnsmegn plantna fer þó nokkuð eftir raka lofti og jarðvegi.

Þurefnið. Það fer mjög svo eftir aldri plantna og af hvaða tegund þær eru, hve margskonar lífræn efni og hve mikið af þeim er í þurefninu. Þó efnainnihald í þurefninu sje mismunandi eru ákveðin frumefni ávalt fyrir hendi í hverri plöntu, að minsta kosti hjá háplöntunum. Frumefni þessi eru 10 að tölu: kolefni, vatns-efni, súrefni, holdgjafaefni, brennisteinsefni, fosfór, kalíefni, kalkefni, magnesni og járn. Hjer við mætti bæta fleirum efnum svo sem náturefni, klór, joð og öðrum, þó er það nokkrum efa bundið.

Í plöntuöskunni eru og ávalt ákveðin sambönd af frumefnum þeim, sem getið var, t. a. m. kalí, kalk, beiskjusalt (magnesia) járn sambönd, brennisteinssýra og fosfórsýra; þessi 6 efnasambönd eru ávalt fyrir hendi. Þess utan eru og önnur efnasambönd mjög oft í öskunni t. a. m. kísilsýra, natron og klórsambönd. Stundum inniheldur askan einnig önnur efni, svo sem joð, mangan, almín og sink.

Fosfórsýra og kalí mynda jafnvel meginhluta öskunnar af fræjum, laukum og holdríkum rótum og yfirleitt af þeim plöntuhlutum, sem hafa í sjer mikinn forða. Hið sama á sjer og stað, að því er snertir unga, vaxandi plöntuhluta. En gamlir plöntuhlutar t. a. m. visin strá, hálmur, fallandi blöð, börkur o. þ. h. hafa í sjer sjerlega mikið af kalki og kísilsýru. Yfirleitt eru öskuefni plantnanna að miklu leyti komin undir því hver efni finnast í jarðveginum.

Hin eiginlegu plöntuefni eru, einsog getið var, efni, sem brenna í eldi. Þau skiftast í tvo aðalflokka eftir því hvort þau innihalda holdgjafa eða ekki; þó eru ekki skörp takmörk milli þessara flokka.

1. Holdgjafalaus plöntuefni eru t. a. m.: kolvetnin, fituefni, plöntusýrur, harpeistegundir, sýtunarefni o. fl. Efni þessi eru samsett af kolefni, vatnsefni og súrefni og sum aðeins af kolefni og vatnsefni.

2. Plöntuefni, sem innihalda holdgjafa eru t. a. m.: eggja-hvítuefni, amíðefni, gerðarefni, grænefnið o. fl., o. fl. Efni þessi eru samsett af kolefni, súrefni, vatnsefni og holdgjafa. Sum innihalda og brennisteinsefni, fosfór eða ýms önnur öskuefni.

Plöntuefnin eru í ýmsu ástandi í frumunum, sumpart uppleyst, sumpart óuppleyst. Hjer verður mest áhersla lögð á að geta um hver efni finnast í frumusafanum og í fryminu. Síðar mun getið efna þeirra er finnast í frumuveggnum.

A. Í frumusafanum eru ýms plöntuefni svo sem kolvetni, súrur, holdgjafasambönd, litarefni og sýtunarefni.

1. Kolvetni. Af kolvetnum þeim, er uppleyst eru í frumusafanum skal hjer getið hinna ýmsu sykurttegunda. Þær eru mjög svo tíðar í plönturíkinu. Í safamiklum forðarótum (t. a. m. rófum, gulrótum o. ö. fl.) er reysrykur tíðast, og eru því sykurrófur ræktaðar allviða til sykurgjörðar. Reysrykur er og alltítt í stönglum sumra plantna áður en þær blómgast (sykurreyr, mals). Í sætsúrum aldinum (vínberjum, eplum, perum) eru aðrar sykurttegundir. Þa eru og ýms önnur kolvetni skyld sykurttegundum í ýmsum plöntutegundum, en þau eru ekki náðar nærri svo útbreidd. Í sambandi við kolvetnin má nefna ýms holdgjafalaus beiskjuefni, er finnast hjá sumum plöntutegundum t. a. m. aloe, humli og malurt.

2. Plöntusýrur. Algengastar eru oxalsýra og eplasýra: Eplasýra er nálega í hverri plöntutegund og súrbragð hinna venjulegu aldina orsakast af henni. Oxalsýra finnst einkum í skógarsúrunni, ýmsum súrutegundum og rabarbara. Sítrónsýra og vínsýra eru og alltíðar.

3. Holdgjafasambönd. Amíðsambönd eru nálega í hverri frumu, en mest er af þeim í ungum vaxandi sprotum, í kimplöntum og í fræjum. Uppleyst eggjahvítuefni er sjaldgæft í frumusafanum, og venjulegast þó lítið, nema í óproskuðum fræjum.

Þá eru og ýms önnur efni í frumusafanum, en eigi er oss með öllu kunnugt hverja þýðingu þau hafa fyrir plöntuna. Þau virðast helst koma fram í ungum og vaxandi plöntuhlutum og yfirleitt þar sem efnabreytingar eru örar og sennilegt er að þau myndist við sundurliðun eggjahvítuefnanna. Úr því þau eru mynduð breytast þau ekki frekar, en er þá helst að finna nálægt yfirborði plöntunnar eða í mjólkursafanum (draumsóley), og virðist það benda á að þau sjeu einskonar varnargögn fyrir plöntuna. Mörg þessara efna eru skæðar eiturttegundir (t. a. m. stryknín, morfín, papaverín (í draumsóleyjategund), níkotín (í tóbaki), kinín (í kínatrjenu) o. fl., o. fl.).

Í sambandi við þessi efni má og geta um kaffiefnið og teefnið (í kaffi og te) og kakaóefnið (í kakaó).

4. Litarefnin. Litarefni þau, er lita blómblöðin blá eða rauð, eru uppleyst í frumusafanum. Oft eru þau nefnd blaðrauði eða blómblámi einu nafni. Litur þessi er mjög háður sýruinnihaldi frumusafans. Sje safinn talsvert súr verður blómbláminn rauðleitur.

Má sjá þess glögg merki ef ung og gömul blóm eru borin saman. Litur ungu blómanna er rauðleitari, því þau hafa í sjer meiri síru, en gömlu blómin eru blárri af því þar er minni síra. Skyldur þessum litum er rauði liturinn í yfirhúð rauðra plantna (t. a. m. blóðbeyki), og roðinn, sem margar vatnaplöntur hafa á neðra borði blaðsins. Þegar laufin fölna fá þau oft rauðan blæ og er sá litur af sama bergi brotinn, en guli blærinn, sem blöðin fá á haustin, orsakast af því að grænkornin eyðileggjast, og er sá litur ekki í frumusafanum. Yfirleitt má svo að orði kveða, að bláir litir, fjóubláir og blárauðir sjeu einkum í frumusafanum, en gulir og gulrauðir finnast í ákveðnum litberum (sjá 69. bls. á undan). Hvítir litir blóma og annarra plöntuhluta orsakast af ljósbroti í litlausum og loftrikum vefjum, eða ljósbroti í þjettu og loftríku hárloði.

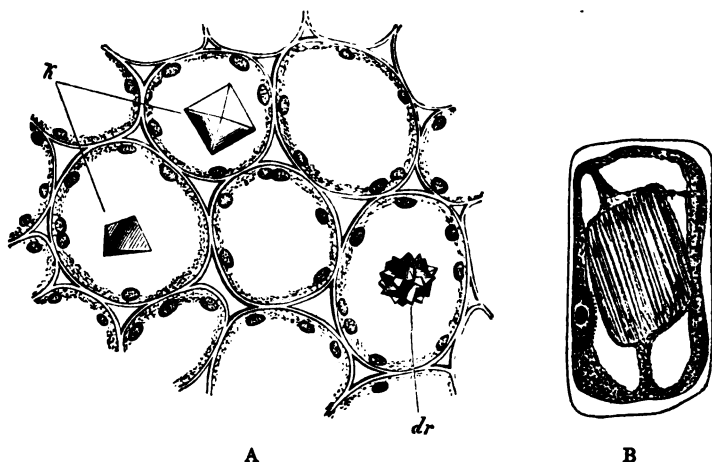
5. Sútunarefni. Þessu nafni köllum vjer ýms efнасambönd, sem hafa það einkenni, að þau verða svartblá eða græn er þau blandast ákveðnum járnsamböndum. Sum af þessum efнасamböndum (t. a. m. gallussýra, tannín o. fl.) eru allkunn, en önnur eru ennþá lítt þekt. Sútunarefnið er í frumusafanum meðan fruman er lifandi, en þegar fruman deyr flyst það í frymið eða þó einkum í frumuveggina. Þannig er talsvert mikið af sútunarefni í dauðum trjávefjum og þurru berki. Í þeim plöntuhlutum, sem hafðir eru til sútunar, er sútunarefnið í frumuveggjunum; þeir verða því brúnleittir, af því súrefnið fer að verka á sútunarefnið.

Oss er mjög svo ókunnugt um hverja þýðingu sútunarefnið hefur fyrir plöntuna. Þó má geta þess að það er til varnar gegn rotnan í dauðum berki og dauðum trjávefjum, sömuleiðis er það og til varnar gegn dýrum, því aldini og fræ með sútunarefni eru óæt. Til sútunar nota menn ýmsa hluti plöntunnar t. a. m. börk eikitegunda, (þó einkum börk af ungum trjám), fræin o. fl., ýmsar víðitegundir, aldini ýmsra suðrænna ertublóma. Ennfremur eru hin svonefndu hnýði og notuð til sútunar. Hnýði er vanskapnaður er kemur í ljós á eikiblöðum og orsakast af því að hnýðis-veipan verpir eggjum sínum á blaðið og myndast þá hnýðið utan um maðkinn.

B. Uppleyst efni í fryminu. Í lifandi frumum er frymið ávalt vatnsríkt, og er því sennilegt að í því sje uppleyst sykur, eggjahvíta og önnur efni. En það er mjög svo erfitt að komast að raun um hver efni eru uppleyst í sjálfu fryminu, því þegar fruman

deyr komast efnin í frumusafanum gegnum húðlagið inn í frymið. og við slíkar rannsóknir deyr fruman venjulegast.

C. Krystallar í frumunum. Venjulegast eru krystallar þessir samsettir af oxalsúru kalki. Oss er ennþá ekki fullkunnugt um hverja þýðingu þeir hafa fyrir efnabreytingar í plöntunum. Oftastnær munu þeir þó vera úrgangur, sem til engra nota kemur. Þó vitum vjer þess dæmi, að krystallar í lifandi frumum leysast upp aftur ef plantan er svelt. Yfirleitt eru krystallarnir í gömlum



87. mynd. A. frumur með krystöllum (k) og krystalstjörnu (dr). Efni krystallanna er oxalsúrt kalk. ($\frac{1}{2}\phi$). (Prantl). B. Nálakrystallar í fryminu. Frymið hefur dregist saman og losnað við frumuvegginn. (Kohl).

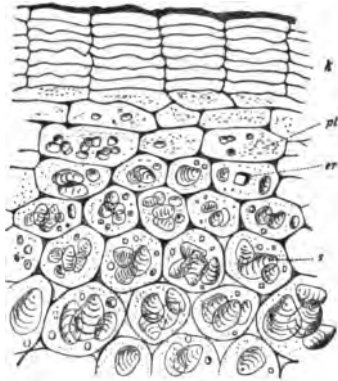
vefjum, og gömul blöð og gamall börkur innihalda t. a. m. mikið af oxalsúru kalki og fellur það með blöðunum og berkinum til jarðar. Í frumum, er safna forða er annaðhvort ekkert eða mjög lítið oxalsúrt kalk. Sumar plöntuættir (t. a. m. grösín, krossblóm og burknar) innihalda ekki oxalsúrt kalk.

Krystallarnir liggja í fryminu og stundum virðast þeir jafnvel sveima í frumusafanum. Þeir eru einn og einn í hverri frumu (87. mynd, k), eða margir saman og þó smáir og mynda þá krystalsand í frumunum. Stundum eru krystallarnir langir og mjóir eða nállaga (nálakrystallar), einkum hjá einkimblaða plöntum (87. mynd, B.). Nálakrystallarnir liggja allir samhliða inniluktir í fryminu í ákveðnum frumum, sem eru talsvert stærri en nábuáfrumurnar. Nálakrystallarnir eru plöntunum til varnar gegn litlu grasbítunum (t. a. m. sníglum). Stundum eru

margir krystallar vaxnir saman og mynda þá einskonar krystalstjörnu (87. mynd, dr.). Krystalstjörnur eru einkum hjá tvíkímblaða plöntum.

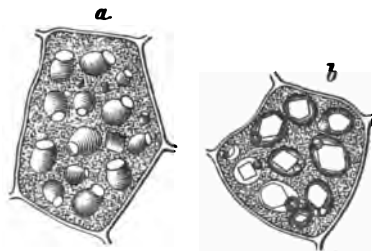
Sítrónsúrt kalk er í sumum plöntum og kísilsýra er í mörgum plöntutegundum, bæði í frumuveggjunum og inni í frumunum. Kísilsýran hefir enga þýðingu fyrir efnabreytingarnar og er eflaust einskonar úrgangur.

D. Eggjahvítukrystallar eru alltaf. Þótt þeir sjeu nefndir krystallar eru þeir þeim þó harðla frábrugðnir, bæði að því leyti að þeir þenjast út í ákveðnum vökvum og hafa ekki reglulega fleti einsog krystallar. Þá er sá munurinn að þeir eru samsettir af eggjahvítuefnum en ekki steinefnum. Eggjahvítukrystallar eru í kjarnanum, eða litberum; hjá sumum plöntum í fryminu eða frumusafanum (88. mynd, cr). En venjulegast eru þeir inni í sjerstökum kornum, og eru þau samsett af eggjahvítu og kolvetnum. Þau eru oft hnöttótt en geta þó verið



88. mynd. Þverskorinn kartöfluknollur; k, korklag; pl, frumur með frymi og örsmáum sterkjukornum; cr, eggjahvítukrystall; s, sterkjukorn. (Tschirch).

með öðru lagi eftir því um hvaða plöntutegund er að ræða. Korn þessi finnast nálega í öllum þurrum fræjum. Í stórum kornum eru oftastnær eggjahvítukrystallar (89. mynd, b) og stundum smákrystallar samsettir af oxalsúru kalki. Venjulegast innihalda korn þessi og smáhnoðu, sem samsett eru af samböndum af fosfór, kalki og magnesíu. Korn þessi eru einkum í olíuríkum fræjum, sem ekki hafa í sjer sterkjukorn, og eru þá oft fremur stórvaxin. Í fræjum með sterkju eru þau og, en þá eru þau smávaxin. Korn þessi myndast þannig, að frumu-



89. mynd. Tvær frumur úr fræhvítu [úr ricinus] (*90). Fræhvítan er mjög olíurík. a, smáhnoðun í kornunum sjást greinilegast; b, olían er tekin burt; inni í kornunum sjást greinilega bæði eggjahvítukrystallar og smáhnoðun (sjá textann).

safinn í ungu fræjunum storknar er fræið verður fullþroska, en frumusafi fræjanna á unga aldri inniheldur mjög mikið af eggjahvítuefnum. Eggjahvítukrystallarnir myndast fyrst og þá lagið utan um þá. Í þessu lagi eru og öll hin önnur lífrænu efni, sem voru í frumusafanum. Sje t. a. m. litarefni í frumusafanum fá kornin sama litinn (þau eru t. a. m. blá hjá rauðkollnum).

E. Fituefnin eru mjög algeng í plönturíkinu. Mjög mikið er af fituefnum, einkum feitum olíum, sem forði í fræjum margra plöntutegunda. Á vetrum er og fituefni í trjávefjum ýmsra plantna (linditrje, birki), en með vorinu þegar til þess á að taka breytist mikill hluti þess í kolvetni (sterkju og sykur). Í aldinholdi sumra tegunda er og allmikið af fituefni. Svo má að orði kveða að fituefni og sterkja skiftist á; olíurík fræ hafa annaðhvort enga eða mjög litla sterkju og sterkjurík fræ hafa enga eða mjög litla fitu. Mosategundir hafa yfirleitt mikla fitu. Flest fituefni plantanna eru fljótandi, þó er fituefni margra suðrænna plantna storkið (kakaósmjör, kókosolía). Inni í frumunum sjáum vjer fituefnin sem örsmaa olíudropa í fryminu, stundum er það og í frumusafanum og eru droparnir þá stærri (t. a. m. hjá sykurrófum í frumum, sem sykur er í).

Helstu olíuplöntur eru þær, er nú skal greina: Hör, af fræjunum fæst hörolía (línolía), gulrófur, hampur, jarðhnót, ricinus, möndlur, valhnót, baðmullarplantan, kakaóstrjeð, kókospálminn o. fl. Hjá öllum þessum tegundum er olía unnin úr fræjunum. En úr aldinholdinu er unnin olía af olíutrjenu (baðmolía, »provençé-olía«) og olíupálmanum.

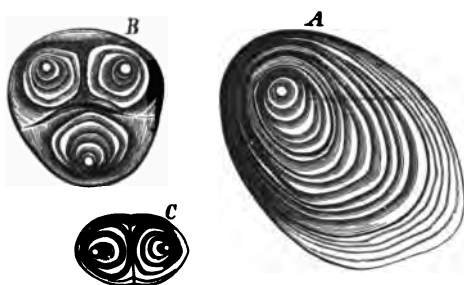
F. Harpeistegundir, balsam, gummíharpeis og loftnæmar olíur og önnur angandi efni eru í mörgum plöntutegundum. Þau eru annaðhvort inni í frumunum, venjulegast í frumusafanum í dropaformi, eða þau finnast í sjerstökum frumum, kirtilhárum eða sjerstökum göngum (harpeisgangar, olíugangar sjá síðar) eða í mjólkursafanum. Hið síðar talda er venjulegast.

Oss er sáralítið kunnugt um hverja þýðingu efni þessi hafa fyrir plöntuna. Þó má telja líklegt að harpeis og balsam sje til varnar, því verði plantan fyrir áfalli smita efni þessi út og storkna og loka þannig sárinu svo hvorki loft nje vatn kemst þar að, og er það eflaust vörn gegn rotnan og sýkingu. Bæði brumhlífar (hrosseik o. fl.) og blöð (elri, birki o. fl.) eru oft smurð harpeiskendum efnum og er það vörn gegn uppgufan.

Þýðing loftnæmu olíanna er ýmisleg fyrir plöntuna, þó er oss ekki kunnugt til fulls um það efni. Svo er álitð af mörgum að lykt krónublaðanna laði flugur og fíðildi, en eigi mun það þó með öllu áreiðanlegt og eflaust má telja, að litur blómanna hafi þar talsvert að segja. Fyrir sumar plöntutegundir eru loftnæmu olíurnar sennilega vörn gegn grasbítum (t. a. m. skýlublóm).

Sem dæmi upp á ættir, er hafa í sjer mikið af loftnæmum olíum má telja: varablómin (lavendelolía, piparmyntuolía, rósmarínolía), skýlublómin (kúmenolía, fenníkulolía o. fl.), myrtuættina (»nellíku«olía, fæst af blómburmi kryddnellíkkunnar), orangeættina (sítrónolía o. fl.), lárviðarættina (kanelolía, kamfúra af kamfúru-trjenu), og þar að auki rósir, fjólur og önnur ilmblóm, er mjög eru notuð til ilmvatnsgerðar.

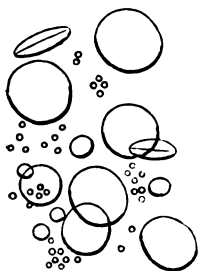
G. Sterkjukorn. Sterkjan finst aðeins í sterkjukornunum (88. mynd). Stærð þeirra er mjög mismunandi, sum eru svo lítil að þau verða tæpast greind í sjónauka, en sum eru svo stór



90. mynd. Sterkjukorn úr kartöflu (⁸⁸/₉₀). A, einstakt korn; B, hálfamsætt korn; C, alsætt korn (ekkert sameiginlegt lag). (Sachs).

að þau má jafnvel greina berum augum (0,1—0,2 mm. að lengd). Stóru kornin eru einkum í plöntuhlutum, sem geyma forða, og þau hafa sjerstaka lögun hjá hverri tegund. Í mörgum sterkjukornum sjest greinileg lagaskifting við hæfilega stækkun (90. mynd), en oft sjest lagaskiftingin ekki fyr en kornin fara að leysast upp (95. mynd), og hún hverfur með öllu þegar kornin verða gegnþur. Bendir það á að kornin sjeu samsett af mismunandi vatnsríkum lögum. Lögin skipa sjer um einskonar »kjarna« og sjeu lögin jafnþykk alstaðar er »kjarninn« í miðjunni, en sjeu þau misþykk er »kjarninn« nálægt öðrumhvorum endanum (90. mynd). Kornin eru vatnsríkust þar sem »kjarninn« er, og þegar þau þorna kemur

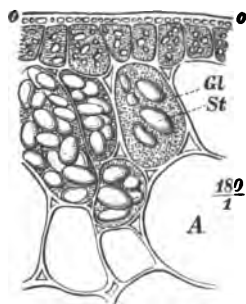
þar fram hol (»kjarnahol«), er fyllist með lofti og er því svart í sjónaukanum (92. mynd).



91. mynd Sterkjukorn úr fræhvítu hveitis. Tvö korn eru reist á rönd. (Vogl).

Sterkjukornin eru einstök eða samsett. Einstöku kornin hafa einn »kjarna« en samsettu kornin fleiri. Samsett korn skiftast í tvent: hálfssamsett korn, er sameiginlegt lag liggur um þau öll (90. mynd, B), en alsamsett, er þau hafa ekkert lag sameiginlegt (94. mynd, A). Sum samsett korn eru samsett af mesta fjölda smákorna (8000 hjá vingultegundum og meira en 30000 hjá sumum öðrum tegundum).

Sterkjukorn eru mjög algeng í plönturíkinu og því nær undantekningarlaust hjá öllum plöntuflokkum nema sveppum, brúnum, rauðum og blágrænum þörungum. Sterkjukorn eru í allflestum frumum, sem hafa grænkorn, en einkum er mikið af þeim í jarðstönglum. Sterkja er og í allmörgum fræjum, en mestur hluti fræjanna innihalda þó fituefni (eða $\frac{9}{10}$ hlutar af öllum þektum tegundum). Í sjónauka má þekkja af hverri plöntutegund sterkjukornin eru og ber þá einkum að athuga lögun þeirra, lagaskiftingu, stærð og legu »kjarnans«.



92. mynd. A, þverskorið kímblað af ertu; o—o, húðin; GL, fituríkt frymi með mörgum eggjahvítukornum; St, sterkjukorn. B, Sterkjukorn. Bæði kjarnaholið og lagaskiftingu sjeð greinilega. (Rützou).

Sterkjan er aðalnæringarefnið í hinum venjulegu korntegundum, er vjer neytum, og ýmsum öðrum matjurtum og hefur þannig mjög mikla »praktiska« þýðingu fyrir oss. En einsog tekið var fram má þekkja hverja tegund á lögun og útliti sterkjukornanna, og eigi þarf því annars við, ef mönnum þykir varan grunsamleg en að skoða sterkjukornin í sjónauka.

Í fræhvítufrumunum hjá rúg, hveiti og byggi eru bæði stór og smá sterkjukorn, en korn af millistærðum eru annaðhvort ekki fyrir hendi eða örfá. Litlu kornin eru hnöttótt en stóru kornin með kringlulögun (91. mynd).

Sterkjukorn kartöflunnar eru hjer um

bil eggлага eða stundum oddbaugótt. Lagaskifting er mjög greinileg og »kjarninn« í öðrum endanum (90. mynd). Sterkjukornin í merg sagópálmans eru nokkuð lík kornum kartöflunnar, en þó frábrugðin að ýmsu leyti. Sterkjukorn ertublómannanna (92. mynd) eru venjulegast svipuð baun að lögun (eða oddbaugótt); »kjarninn« er í miðjunni, en venjulegast er hann þó horfinn og »kjarnaholið« eftir; lagaskifting er allgreinileg.

Maíssterkja (93. mynd). Fræhvítan er tvenskonar, sumpart mjölkend meðkringlóttum sterkjukornum, sumpart hornkend með marghyrndum kornum, sem eru mjög þjett-skipuð í frumunum.

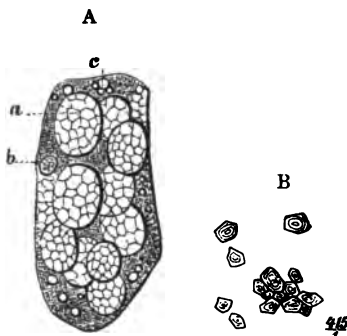


93. mynd. Maíssterkja.
(Rützou).

Hrisgrjóna- og hafra-sterkja líkist talsvert (94. mynd). Kornin eru sumpart stór, hnöttótt-oddbaugótt og samsett af mörgum smákornum (4—100 hjá hrisgrjónum og alt að því 300 hjá höfrum). Þar að auki finnast ósamsett korn einkum hjá hrisgrjónum.

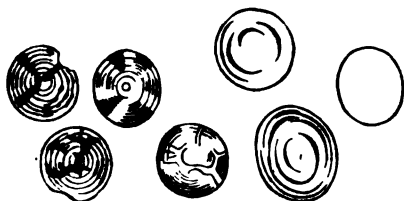
Sterkjukornin innihalda þó ekki alveg hreina sterkju, því ávalt er ofurlítið af holdgjafasamböndum og ösku í þeim. Hreinsuð sterkja (línsterkja) er verslunarvara og má svo að orði komast að hún sje hjerumbil laus við önnur efni. Til þess að vinna sterkju úr plöntunum eru þær muldar smátt og sterkjan svo þvegin úr þeim með vatni. Kartöflu-»mjöl« og sagó-»mjöl« er sterkja. Mjöl af korntegundum vinst á þann hátt að þær eru malaðar. Mjöl af þeim inniheldur því talsvert meira en sterkjuna, nefnilega eggjahvítefni og mola af fræskurninu, þ. e. með öðrum orðum mjölið er malað fræ (fræskurn og fræhvíta með öllum þeim efnum sem í henni eru).

Sterkjukornin eru einskonar forði, er myndast í frumunum, þegar nóg er af uppleystum kolvetnum fyrir hendi, einkum sykri, og plantan getur ekki neytt þeirra nema þau uppleysist og verði



94. mynd. A, fruma úr fræhvítu hafra með mörgum samsettum (a) og fáum ósamsettum (b) sterkjukornum. B. Hrisgrjónasterkja, einstök og samsett korn. (Schleiden).

aftur að sykurtegundum. Þetta sjest mjög greinilega þegar sterkjurík fræ eða sterkjufullir knollar spíra. Kornin uppleysast þá á ýmsan hátt, fyrst ysta lagið og svo lengra og lengra innávið;



95. mynd. Sterkjukorn úr spírandi hveiti á ýmsum uppleysingarskeiðum; lagaskifting er orðin greinileg; til hægri handar sjest óskert korn. (Sachs).

stundum myndast holur hjer og hvar (95. mynd) og að lokum hrynja kornin saman og leysast upp.

Þróun sterkjukornanna. Sterkjukornin myndast aldrei beinlínis í frum-safanum eða fryminu, en ávalt í sterkjuberunum, þ. e. litberum, sem færir eru um að breyta sykri og þess-

háttar efnum í sterkju. Vjer höfum fyr getið um að sterkjukorn myndast í grænkornunum (sjá 78. mynd). Hvítu litberarnir mynda stærstu kornin og skulum vjer því sjerstaklega snúa oss að þeim. Þeir hafa ýmsa lögun og eru í öllum ógrænum frumum, sem framleiða sterkju. Þeir mynda sterkjuna af þeim sykurefnum, sem fyrir hendi eru í frumunni, en grænkornin framleiða sterkju af efnum þeim, er þau vinna úr kolsýru loftsins. Sterkjumyndanin er þó í báðum tilfellum samskonar, nefnilega að sykurefni breytast í sterkju.

Sterkjukorn þróast á tvennan hátt.

1. Þau myndast inni í sterkjuberanum, og eru þá oft ákaflega mörg og litil. Sterkjuberinn eyðist smámsaman og hverfur með öllu að lokunum eftir því sem kornunum fer meira og meira fram. Venjulegast eru korn þessi köntuð, því þau þrengja hvort að öðru í uppvextinum. Haldi kornin áfram að hanga saman höfum vjer fyrir oss samsett sterkjukorn (sjá 94. mynd).

2. Sterkjukornin koma fram rjett innanvið yfirborð litberans, vaxa gegnum það og er þá einsog þau sitji utaná litberanum. Sterkjukorn þessi vaxa mest í þann endann, sem hvílir á litberanum, en »kjarninn« er þá í hinum. Þannig myndast hin stærstu korn (t. a. m. hjá kartöflum, sjá 90. mynd), en þó eru sjálfir litberarnir örtiltir og skammlífir.

4. Frumuveggurinn.

Allar þær plöntur, sem koma undir við frjóvgun, byrja líf sitt sem berar (þ. e. vegglausar) frumur. En hjá allflestum plöntu- tegundum koma frumuveggir brátt í ljós. Veggirnir myndast af fryminu og halda áfram að vaxa meðan þeir eru í sambandi við það. En firrist frymið vegginn einsog átt getur sjer stað, hættir hann að vaxa og þá myndar frymið nýjan vegg. Veggir geta ekki vaxið nema frymi og frumukjarni sjeu fyrir hendi og var þess getið fyr.

Frumuveggirnir hafa ekki jafnmikilvæga þýðingu fyrir plöntuna og frymið, en þó eru þeir næsta þýðingarmiklir. Veggirnir skifta plöntunni í ótalmarga smáhluta, og hver veggur tekur við af öðrum um hana þvera og endilanga, þeir eru því plöntunni til hins mesta stuðnings og mynda einskonar stoðir um hana alla. Frumurnar eru næsta mismunandi eftir því, hverjum störfum þær eiga að gegna og munurinn kemur ekki hvað síst fram á veggjunum. Munurinn er einkum falinn í stærð frumanna og lögun, þykt veggjanna og efnasamsetning.

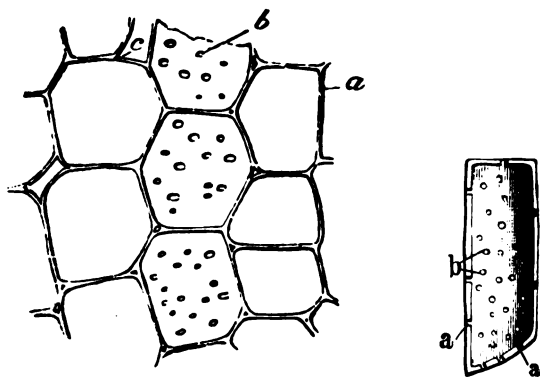
Lögun og stærð frumanna er afarmismunandi og mjög svo háð flatarvexti veggjanna. Flatarvöxturinn er hið fyrsta þróun-arskeið veggjanna og hann heldur áfram þangað til veggurinn hefur náð talsverðri þykkt. Flatarvöxturinn er ekki jafnmikill í allar áttir og því er það nálega alvenja að gamlar frumur hafa aðra lögun en ungu frumurnar, Vaxi fruman miklu örara í eina átt en aðra verður hún oft afarlöng.

Venjulegar stuttfrumur eru 0.01—0.03 mm. að þvermáli, en bastfrumur og viðarfrumur ná oft talsverðri lengd; hjá linditrjenu eru þær 0.8—1.3 mm., hjá hampi 10 mm. og meira; bastfrumur hörplöntunnar eru 20—40 mm. að lengd, stórnetlunnar alt að því 77 mm, baðmullarhár 20—50 mm. Viðarfrumur eru venjulega 0.7—2 mm. langar. Frjópípur geta orðið 110 mm. að lengd og mjólkurfrumur sumra tegunda geta orðið meir en 100 mm. langar.

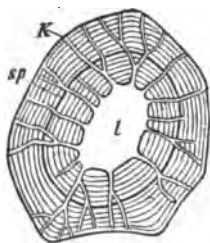
Þyktarvöxtur veggjanna. Þegar frumurnar hafa hjerumbil náð eðlilegri stærð, eða þegar flatarvexti veggjanna er hjerumbil lokið, fara þeir fyrst að þykna átakanlega. Frumuholið minkar við þyktarvöxtinn og stundum hverfur það nálega með öllu (t. a. m. í sumum stoðfrumum). Veggirnir þykna þó venjulegast aldrei jafnmikið alstaðar, sumstaðar halda þeir hinni upprunalegu þykkt

en þykna á öðrum stöðum. Veggirnir eru því hólóttir eða báróttir að innanverðu. Stundum er og ytraborðið ósljett einkum hjá frjókornum og yfirhúðarfrumum.

Ef veggurinn er ekki allþykkur og þunnu blettirnir örsmáir líta þeir út einsog smáholur. Vjer köllum þá að veggurinn sje hólóttur, og þunni veggparturinn, er takmarkar holuna að utanverðu, er þá nefndur holupak. Á holupakinu eru þó mjög oft ákaflega lítil göt; um þessi göt liggja örfínir frymþræðir frá einni frumu til annar og mun þess síðar getið. Holurnar eru venjulegast kringlóttar (96. mynd). Þær eru einkum í stuttfrumum og



96. mynd. Stuttfrumuvefur. Holurnar (b.) sjást á frumuröðinni í miðjunni. B. stuttfruma. Holurnar á einum veggnum eru einsog punktar á að sjá (b.); í hliðveggjunum sjeð greinilega hvernig holurnar eru gerðar (a—a).



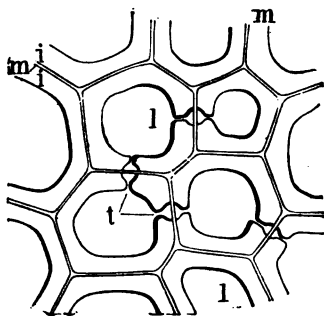
97. mynd. Þverskorin bastfruma. Veggurinn er lagskiftur og hefur kvíslaðar pípur (k) (sjá textann). l er frumuholið; sp, skiftir lögunum í tvær deildir. Mjög mikið stækkað. (Prantl).

eru mjög svo algengar. Sjeu veggirnir mjög þykkir og þunnu blettirnir af sömu gerð og getið var, verða holurnar að pípum (97. mynd). Þesskonar pípur eru mjög margar í sjerlega þykkum og hörðum veggjum (í steinfrumum). Pípunar eru alloft kvíslaðar og stundum eru þær víðastar við pípuþakið. Oft er innri hlið veggjanna alt öðruvísi útlits. Sjeu þunnu blettirnir eigi alllitlir og aðgreindir hver frá öðrum með upphleypum listum á allar hliðar, lítur innri hliðin út einsog upphleyp net. Stundum eru þunnu blettirnir allstórir

og liggja skipulega hver upp af öðrum í lengdarstefnu frumunnar í beinum röðum, aðgreindir á allar hliðar af upphleyptum listum; þesskonar veggir lita út hið innra einsog margar stigaraðir. Stundum eru upphleyptu listarnir og lagðir í hring eða skrúfulínu umhverfis frumuholið.

Til þess að skilja hversvegna veggirnir eru þannig gerðir verðum vjer fyrst og fremst að athuga, að um tvent er að ræða með tilliti til veggjanna. Þeir verða að vera sterkir til að styðja plöntuna og því verða þeir þykkir, en um leið og þeir þykna verður flutningur næringarefnanna erfiðari frá einni frumu til annarar, og þykni veggurinn jafnmikið alstaðar fer svo að fruman fær enga næringu og deyr. Margar bastfrumur og víðarfrumur hafa t. a. m. örlítið frumuhol og örsmáar holur eða pípur í veggjunum, sem als ekki eru nægilega stórir farvegir fyrir næringarstrauminn. Frumur þessar deyja og með öllu þegar veggirnir eru fullvaxnir og hafa ekki aðra þýðingu fyrir plöntuna en stoðirnar fyrir húsið, nefnilega að styðja og bera hinar lifandi frumur. Veggirnir hljóta því bæði að vera þykkir, til að styðja, og þunnir, til þess að næringarefni komist gegn um þá. Hvertveggju er náð með þeirri lögun, sem þeir hafa og vjer höfum getið um. Það er svo sem auðvitað að þunnu blettirnir (holurnar, pípurarnar) á veggjum tveggja nábúafurma verða að liggja saman, þessu er og ávalt þannig varið, og eftir því í hvaða átt þunnu blettirnir vita má ráða í hvaða stefnu næringarstraumurinn fer.

Efnasamsetning frumuveggisins. Fyr meir hugðu menn að frumuveggirnir væru þegar í byrjun samsettir af frumuefni (einskonar kolvetni), en nú er oss kunnugt að svo er ekki. Aðalefni veggisins á fyrsta þroskaskeiði er nátengt gummíefnum og kallað pektín. Á þessu skeiði virðist veggurinn vera algjörlega samkynja flötur, er aðgreinir frumurnar einsog sameiginlegur veggur (sjá t. a. m. 74. mynd og 66. mynd). En síðar meir koma fram ólík lög í veggnum, sjerstakt lag af frumuefni, er umlykur hvora frumu fyrir sig, og á milli þeirra einskonar



98. mynd. Frumur úr burkna-berki. m, miðlagið; i—i, hin lögin í veggnum til beggja hliða við miðlagið, þau vita hvort að sinni frumu. t, tregtlaga pípa í veggnum. (Prantl).

miðlag (98. mynd, m). Miðlagið er frábrugðið bæði að efna-samsetningu og ýmsu öðru. Miðlagið er venjulega samsett af pektínefnum eða kalksamböndum af því efni í linum vefjum. Ef miðlagið leysist upp falla frumurnar hver frá annari. Það er alkunnugt að sumar kartöflur verða mjölkendar við suðuna, og stafar það af því að miðlagið milli frumanna leysist upp þegar kartafan er soðin, svo þær losna hvor við aðra.

Fullþroska frumuveggir eru oft að mestu leyti samsettir af hreinu frumuefni. Baðmullarhárin (og ýms önnur hár) eru nálega hreint frumuefni. Sama er að segja um bastfrumur hörtegunda og ýmsra annara plöntutegunda.

Fræhvítufrumur filabeinshotarinnar, döðlufræsins og ýmsra annara fræja einkímblaðaða flokksins hafa mjög þykka veggj, og eru þeir bygðir af gummikendum efnum í sambandi við frumuefni. Efni þessara veggja eru einskonar forði og þeir leysast upp þegar fræið spirar.

Sumar frumur hafa annarskonar veggj, er samsettir eru af öðrum efnum. Þesskonar veggir eru trjákendir, korkkendir eða slímkendir. Í veggjum sumra plantna er og allmikið af kísilsýru og kolsúru kalki.

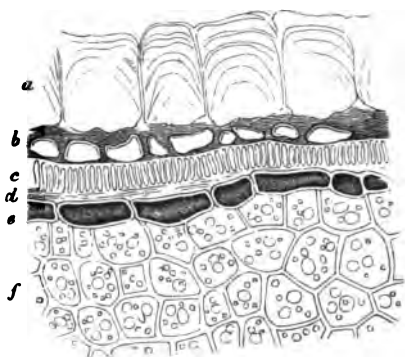
Trjákendir veggir. Frumur með trjáveggjum hafa venjulega þeim störfum að gegna að styðja plöntuna, þ. e. að mynda beinagrind hennar. Trjákendar frumur eru venjulegast hið innra í plöntunni (viðurinn, bastið, steinfrumur), þær eru harðar en þola lítt sveigju. Vatn gengur í þær en ekki bólgnar þær upp við það svo miklu nemi. Efni þessara veggja er að mestu trjáefni, en það er mjög samsett efni og inniheldur meira kolefni en kolvetnin. Í trjávefjum er miðlagið ótrjenað og sömuleiðis innsta vegglagið, en trjáefnislögin eru meginpartur veggins.

Korkkendir veggir. Korkkendir veggir eru tvenskonar: eiginlegir korkveggir og veggir með korkkendu efni náskyldu korkefninu. Frumur með þessháttar veggjum eru í yfirborði plantanna (kork, yfirhúðin); þær eru mjög sveigjanlegar (kork-tappar) og vatn gengur nálega ekki í þær; upplausnir af efnum og vatnsgufa kemst heldur ekki í gegnum þær. Korkveggirnir eru því hin besta vörn fyrir plönturnar og gegn uppþornan. Í ysta laginu á yfirhúð landplantanna er korkkent efni (náskylt korkefni) í sambandi við frumuefnið; það verndar húðina gegn uppþornan og verður getið um það síðar.

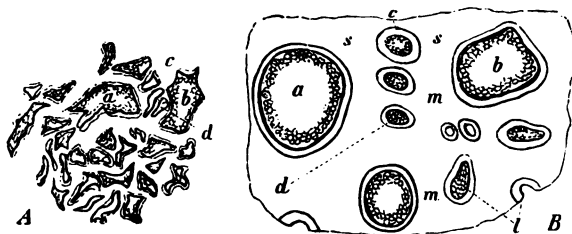
Slímkendir veggir. Sumir frumuveggir eru harðir og stökkir meðan þeir eru þurir, en komist vatn að þeim bólgnar þeir upp og verða að slímkendu efni. Sem dæmi upp á þetta má nefna fræ ýmsra plöntutegunda (99. mynd); útveggir og hliðveggir yfirhúðar frumanna bólgnar svo upp, að frumuholið næstum því hverfur. Þýðing þessarar slímmyndunar fyrir plöntuna hlýtur að vera í því falin, að slímið festir fræið við jörðina meðan á spíruninni stendur.

Miðlagið í frumuveggjum þarategunda og þangtegunda er ákaflega þykt og slímkent, þó ekki fljótandi. Sjeu plöntur þessar þurkaðar skorpna þær mjög mikið saman og langmest breyting verður á rúmtaki miðlagsins (100. mynd, A, B).

Ýmsar plöntutegundir og þó einkum akasíutegundir innihalda ósköpin öll af plöntulími, er streymir út úr stofnum og greinum. Lím þetta myndast af frumuveggjum í ýmsum hlutum



99. mynd. Þverskorið hörfræ. f, fræhvita, a—e fræskurn. a, ysta lagið, er verður slímkent í vatni, greinileg lagaskifting sjást. b, næstysta lagið. c, háar frumur, sem einkum eru til stuðnings. e, frumulag með litarefnum. (Schleiden).



100. mynd. Þverskorið bólupang. A, þurkað, frumurnar eru skorpnaðar saman óskipulega. B, nokkur hluti af A, (frumurnar merktar með sömu bókstöfum), er legið hefur í vatni; m, miðlagið er afarþykt; l, insta lag veggisins. (E. W.).

plöntunnar; þannig er t. a. m. arabískt lím (arabískt gúmmí) myndað af frumuveggjum í berki akasíutegunda, einkum í norðurhluta Afríku.

Sumar vatnaplöntur og margir hinna lægri þörungar hafa nokkurskonar hlaupkenda frumuveggi.

Kísilveggir, kalkveggir. Kísilsýran er mjög algeng í frumuveggjum plantanna, og hún virðist vera nokkurnvegin jöfn um allan vegginn. Kísilinnihaldið er ekki þannig að auðið sje að greina það í sjónaukum, en sje fruman brend verður eftir kísilgrind af sömu lögun og fruman hafði. Kísilsýran er með öllu gagnslaus fyrir plönturnar; hún er úrgangur úr fæðunni; ekki er þó ólíklegt að kísillinn sje veggnum til stuðnings hjá sumum tegundum t. a. m. kísilþörum.

Kísillinn er einkum í berki trjátegunda, í yfirhúðarfrumum og hárum. Elftingar hafa í sjer mjög mikið af kísil og þó einkum eskigrasið, sömuleiðis spanskreyrinn. Mestan kísil innihalda þó veggir kísilþörunganna.

Kalkveggir eru einkum hjá kalkþörungum. Kalkið (þ. e. kolsúrt kalk) er jafnmikið um allan vegginn og þó það sje uppleyst heldur veggurinn lögun sinni. Sennilegt er að kalkið sje veggjunum til stuðnings.

Ýmiskonar litarefni eru og í frumuveggjum sumra plantna, einkum má þar til nefna eigi allfáa gerla, sveppi og fljettur. Þá eru og til rauðar mosategundir, er hafa litarefnið í veggjunum. Frumuveggir háplantanna eru venjulegast gulleitir meðan plantan lifir, en veggir dauðra fruma eru oft með ýmsum litum; ástæðan til þess er venjulega sú, að efni frumusafans ná að verka á vegginn þegar fruman er dauð, og ganga í sambönd við efni í honum. Við það kemur liturinn fram. Alkunnugt er að smíðisgripir úr eik og mahóni verða dekkri og dekkri með aldrinum og orsakast litbreytingin af efnabreytingum, sem stöðugt eiga sjer stað í trjenu þó hægt fari.

5. Þrútnan og vökvapensla.

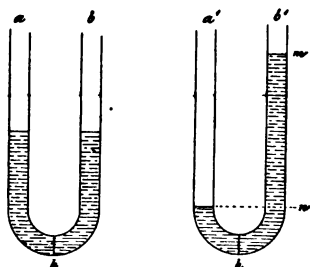
Þrútnan. Meðan plönturnar lifa innihalda þær ávalt vatn. Vatnið er bæði í frumusafanum og fryminu; þar að auki er vatn í frumuveggjunum, meira eða minna eftir því, hvernig veggurinn er gerður og eftir því, hvernig loftslagi hagar yfirleitt á vaxtarstaðnum. Ef þurkaðir plöntuhlutar, (t. a. m. þur víður eða þurkuð fræ) eru lagðir í vatn, drekka þeir vatn í sig og um leið eykst rúmtak þeirra. Rúmtaksvöxt þenna köllum vjer þrútnan. Þrútnanin er takmörkuð, því plöntuhlutinn getur aðeins drukkið í sig ákveðið

vatnsmegn. Þegar viður er orðinn vatnsósa getur hann ekki tekið móti meira vatni. Þegar vatnsþrútnir plöntuhlutar þorna, minnkar rúmtak þeirra og þeir skorpna saman. Alkunnugt er að trje verpið við raka og rifnar oft er það þornar; það orsakast af því að þrútnanin er ekki jafnmikil í allar áttir.

Það er mjög svo mismunandi, hve mikið vatn hinir ýmsu plöntuhlutar geta drukkið í sig. Kork t. a. m. drekkur afar lítið í sig, en þur viður drekkur í sig hálfu þyngd sína af vatni og þurt frymi getur drukkið í sig svo mikið vatn, að það þyngist 8—10 sinnum.

Þrútnanin verður með mjög miklum þrýstingi eða krafti og plöntuhlutirnir halda vatninu í sjer af miklu afli. Þegar vel þurkuð sterkjukorn drekka vatn í sig og þrútna, svarar þrýstingurinn til 2500 loftþyngda í byrjuninni, en eftir því sem þau drekka meira vatn í, sig verður þrýstingurinn minni eða með öðrum orðum: kornin halda vatninu í sjer með minna afli. Þegar plöntuhlutinn er orðinn vatnsósa, þarf ekki mikils aflið við til að ná vatni úr honum. Vatnsmettir þaravefir láta vatn við hinn minsta þrýsting, en sjeu þeir aðeins hálfmettir þarf 200-loftþyngda þrýsting til að kreista vatn úr þeim. Til þess að sýna hvert afli fylgir þrútnaninni má gjöra ofureinfalda tilraun. Tökum t. a. m. nokkuð margar ertur og múrum utanum þær með gipsi. Erturnar drekka þá í sig vatnið úr gipsinu, við það eykst rúmtak þeirra og þær þrýsta á gipsið og þá springur það. Það er og alkunnugt að hauskúpur springa ef þær eru fyrst fylltar með ertum og því næst sökt í vatn.

Vökvæðing. Til frekari skýringar á því, hvernig vökvar (vatn og upplausnir) komast inn í frumarnar og frá einni þeirra til annarar setjum vjer 101. mynd. Vjer hugsum oss tvo vökva, þeir aðgreinast af himnu (101. mynd, h), og sje annar vökvinn vatn (101 mynd, a), en hinn upplausn af einhverju efni (101. mynd, b), þá er aðeins um tvent að velja, nefnilega að annaðhvort getur upplausnin komist gegnum himnuna eða ekki. Látum oss athuga nokkur dæmi: 1. Ef efnið í



101. mynd. Skýringarmynd (sjá textann).

upplausninni kemst gegnum himnuna, þá fer það stöðugt yfir í a þangað til upplausnin er jafnmegn beggja megin við himnuna. 2. Ef efnið í upplausninni fellist þegar það kemur yfir í a, verður vökvinn í a aldrei jafnmegn og vökvinn var í b, og af því leiðir að efnið flyst stöðugt frá b til a og að lokunum kemst það alt yfir í a og er þar sem óuppleyst botnfall. 3. Ef efnið í upplausninni kemst ekki gegnum himnuna, færast vatnið yfir í upplausnina og eykst þá vökvinn þeim megin (101. mynd, b'). Rúmtaksaukinn verður með talsverðum krafti eins og átti sjer stað við þrútnanina; vökvinn (b') í þípunni hækkar því stöðugt þangað til vökvasúlan m—n er svo há að hún vegur á móti þrýstingi þeim, sem orsakast við upptöku vatnsins (frá a') í upplausnina. 4. Sje upplausn af sama efni eða einhverju öðru efni, sem ekki kemst gegnum himnuna, helt í a', fer vatnið strax að sogast úr b' yfir í a' og því heldur áfram þangað til báðir vökvarnir hafa jafnan rúmaukaþrýsting eða með öðrum orðum: saga vatn til sín með jafnmiklu afli. Alt þetta er í fullu gildi þó að himnurnar sjeu margar og vökvar á milli.

Vökvasog í frumum. Í lifandi frumum eru margar himnur hver utanum aðra, fyrst er frumuveggurinn og þá bæði húðlög frymsins; þar að auki eru hýði, sem afmarka frumukjarna, litbera o. s. frv. en þau látum vjer ekki til vor taka í þessu sambandi. Berar frumur vantar vegginn og frumur án frumusafa vantar innra húðlag frymsins, ytra húðlagið er þar á móti ávalt fyrir hendi. Allflestir frumuveggir, sem flutningur næringarefna er verulega háður, hleypa allflestum uppleystum efnum gegnum sig. Með húðlagið er öðru máli að gegna. Að vísu kemst vatnið auðveldlega gegnum það, en annars hleypir það fáum efnum í gegn. Það virðist þó vera nokkuð breytilegt, hver efni geta komist gegnum húðlagið, og virðist það mest vera komið undir því á hvaða efnum fruman hefur mesta þörf. Það er undir ytra húðlaginu komið hvort efni utanað geta sogast inn í frymið og sömuleiðis hvort efni úr fryminu geta komist út. Innra húðlagið heldur þar á móti vörð milli frymsins og frumusafans. Húðlögin eru þannig næsta þýðingarmikil að því er vökvasog snertir í frumunum. Um frymstraumana höfum vjer getið fyr.

Vökvaþensla. Flest þeirra efna, sem í frumunum eru, leiðast ekki út úr þeim þótt þær sjeu lagðar í vatn af því húðlagið hleypir þeim ekki í gegn. Látum oss t. a. m. taka sneiðar af

rauðrót og leggjum þær í vatn, en þvolum sárflétina vandlega fyrst. Meðan frumurnar í sneiðunum eru lifandi litast vatnið ekki rautt og verður ekki sætt, en ef vjer hitum vatnið svo það verði hjerumbil 50^o deýja frumurnar, og þá litast vatnið þegar í stað og verður sætt. Þegar fruman deyr, hafa húðlögin ekki vald yfir efnaleiðslunni lengur. Hin uppleystu efni í frumusafa lifandi plantna haga sjer einsog upplausnin í 3. dæminu, er vjer gátum um rjett á undan, og saga vatn til sín gegnum vegg og húðlög, ef vatn er fyrir hendi. Við það eykst rúmtak safans og hann þrýstir fryminu þá þjett upp að veggjunum. Innihald frumunnar þrýstir því með talsverðu afli á frumuvegginn, er lætur þá undan og þenst út. Þenna þrýsting köllum vjer vökvapenslu, og er hann í ýmsu tilliti næsta þýðingarmikill fyrir plönturnar. Það er þannig aðallega sökum vökvapenslunnar að ungir og vaxandi plöntuhlutar geta borið sig, og vökvapenslan styrkir vaxandi rætur og vaxandi jarðsprotu til að ryðja sjer braut gegn um jarðveginn. Ýmsar hreyfingar plantnanna eru og háðar ákveðnum breytingum í vökvapenslunni.

Þau efni í frumusafanum, er einna mest orsaka vökvapensluna, eru uppleysanleg sölt ýmsra plöntusýra (t. a. m. eplasýru og oxalsýru) og fríar sýrur. Sumar ungar frumur, t. a. m. frumur í vaxtararni plantna, hafa engan frumusafa, en þó hafa þær engu minni vökvapenslu en hinar, og orsakast það bæði af þrútnan frymsins og svo hinu að ýms þau efni, sem orsaka vökvapensluna, eru í fryminu.

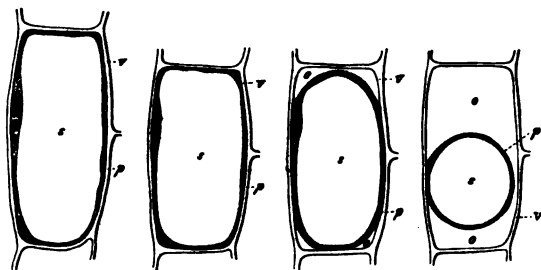
Vökvapenslan hverfur með öllu þegar fruman deyr, því hún er komin undir húðlögunum, er ekki hleypa efnum frumunnar út, því lafa deýjandi plöntur jurtkendar máttlausar niður; frumurnar eru dauðar, vökvapenslan horfin og þá geta jurtirnar ekki borið sig. Um þetta má fullvissa sig með ofuróbrotinni tilraun: tökum t. a. m. þunnveggjaða jurt og setjum í vatn; hitum svo vatnið. Þegar hitinn er orðinn hjerumbil 50 stig fara frumurnar að deýja og jurtin verður þá máttlaus.

Vökvapenslan verður með miklu afli; og eftir mælingum ýmsra fræðimanna er þenslukrafturinn frá 3—16 loftþyngdir, og getur jafnvel orðið 28 loftþyngdir þegar sjerstaklega stendur á.

Vökvapenslan í frumunum er komin undir því að upplausnir þeirra hafa meiri rúmaukaprýsting en vökvinn utanvið, sem venjulegast er vatn, og hin lifandi fruma getur á ýmsan hátt aukið

eða minkað rúmaukaprýstinginn eftir því sem hentar í það og það sinnið með því t. a. m. að húðlögin hleypa inn eða út efnum, er saga vatn til sín með miklu affi.

Með tilraunum má þó yfirvinna þensluaffið í frumunum. Ef vjer t. a. m. látum upplausn af venjulega matarsalti verka á plöntur, þá verður sú raun á að saltlögurinn sagnar í sig vatn úr frumunum, en mjög lítið salt kemst inn í frumuna gegnum húðlögin. Vatnið heldur áfram að sagnar út úr frumunni þangað til frumusafinn er orðinn svo megn að hann sagnar vatn til sín með jafnmiklu affi og saltlögurinn (4. dæmi á undan). Fyrir því að vatnið fer úr frumusafanum, minnar rúmtakið og um leið þrýstingurinn útávið. Vökvaþenslan í frumunni minnar eða hættir með öllu, og veggirnir kprast saman einkum þunnu veggirnir (102. mynd, 2).



102. mynd. 1, ung fruma útþanin; v, frumuveggur; p, frymi (kjarni og grænkorn sjást); s, frumusafi. 2, sama fruma í saltlegi, vökvaþenslan er yfirrunnin og veggurinn hefur minkað talsvert (sjá 1). 3, sama fruma í sterkari saltlegi, frymið er losnað við vegginn og saltlögur (o) kominn inn. 4, sama fruma í ennþá megnari saltlegi; frymið hefur dregið sig saman í kúlu; o, saltlögur inni í frumunni.

(De Vries).

Sje saltlögurinn nægilega megn, losnar frymið frá veggnum og kprar sig saman í kúlu (102. mynd, 3, 4), en um leið kemst saltlögurinn gegnum vegginn og fyllir frumuna. Ef saltlögurinn hefur ekki verið of megn geta frumurnar náð sjer aftur ef þær eru »afvatnaðar« fyrst í daufari saltlegi og síðast í vatni.

6. Frumutegundir, vefir, leiðspur.

Störf frumanna eru mjög margbrotin. Þær eru því talsvert mismunandi, bæði að því er snertir efnasamsetning veggjanna, eins og getið var um rjett á undan, og blátt áfram með tilliti

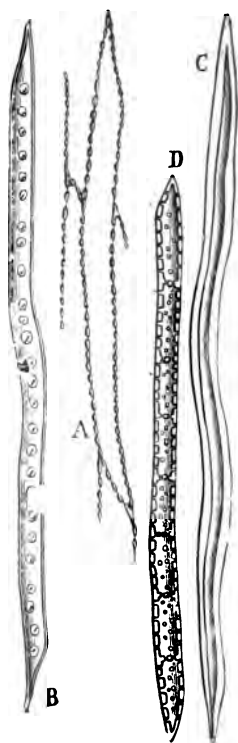
til lögunarinnar. Lögunin er afarmismunandi; þó má skipa frumunum í þrjá aðalflokka eftir lögun: stuttfrumur, langfrumur og þráðfrumur, en ekki eru þó glögg takmörk þar á milli.

Stuttfruman er hjerumbil jafnstór í allar áttir. Stundum er hún hjerumbil hnöttótt, en oftastnær er hún einskonar fjölhyrningur með breiðum veggflötum. Venjulegar stuttfrumur eru þunnveggjaðar. Veggirnir eru að mestu leyti af frumuefni. Holurnar í veggjunum (sjá á undan) eru kringlóttar, en oft eru veggirnir holulausir. Frumuholið er stórt. Stuttfrumur eru einkum í vaxtararni plantnanna, í berki og merg stönglanna, í blaðholdi, aldinholdi, knollum o. s. frv. Stuttfruman vinnur einkum að efnabreytingum í plöntunni, hún meltir fæðuna þ. e. breytir fæðunni (úr jörð og lofti) í efnasambönd, sem geta samlagast líkama plöntunnar. Stundum breytir hún fæðu plöntunnar í forða (t. a. m. sterkju) og er þá sjálf forðabúr (einkum í fræjum og knollum).

Stundum hafa stuttfrumurnar alt öðrum hnöppum að hneppa; korkfruman ver t. a. m. plöntuna gegn uppþornan og steinfruman gerir plöntuna eða plöntuhlutann harðan átöku og styður.

Langfrumurnar eru margfalt stærri á langveginn en þverveginn og fleygaðar til beggja enda. Veggirnir eru venjulegast þykkir og trjákendir; holurnar í veggnum eru oft í skráfulinu. Langfrumur innihalda oftastnær loft eða vatn, það er að segja: þær eru dauðar. Starf þeirra er að styðja plöntuna, eða mynda beinagrindina (stöðvefina). Langfrumur eru t. a. m. í blaðstrengjunum í viðinum og alt bast er samsett af langfrumum (bastfrumum). Langfrumur eru venjulegast ókvíslaðar, en beri það við, er það ávalt á mjög lágu stigi.

Þráðfrumur eru einsog nafnið bendir á þráðlaga, en þær

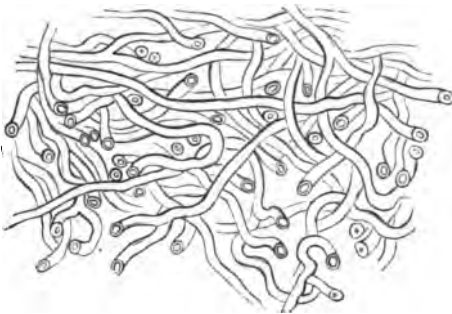


103. mynd. A—C, langfrumur úr eikitrje. A, fruma úr ungvæf stofnsins; B, C, viðarfrumur; D, fruma úr viðarvef.

eru mjög kvíslaðar, og allar greinarnar vaxa í oddinn. Eru þær einkum hjá sumum þörungum og nokkrum sveppum.

Þá eru og mjoir og kvíslaðir þræðir kallaðir þráðfrumur, þótt þeir hafi þverveggi, er skifti þeim í margar frumur. Til aðgreiningar frá hinum fyrtöldu eru þær nefndar liðaðar þráðfrumur. Greinarnar vaxa aðeins í oddinn. Liðaðar þráðfrumur eru einkum hjá sveppategundum.

Vefir. Nokkrar plöntur eru samsettar af einni frumu og er þá ekki um neina vefi að ræða, en allur fjöldi plantanna er samsettur af ótalmörgum frumum. Frumurnar eru þá áfastar hvor við aðra og mynda ákveðna vefi. Hinar ýmsu frumutegundir eru ekki á ruglingi í plöntunum, heldur eru frumur af sömu gerð



104. mynd. Þráðfrumuvefur í fjallagrösum.

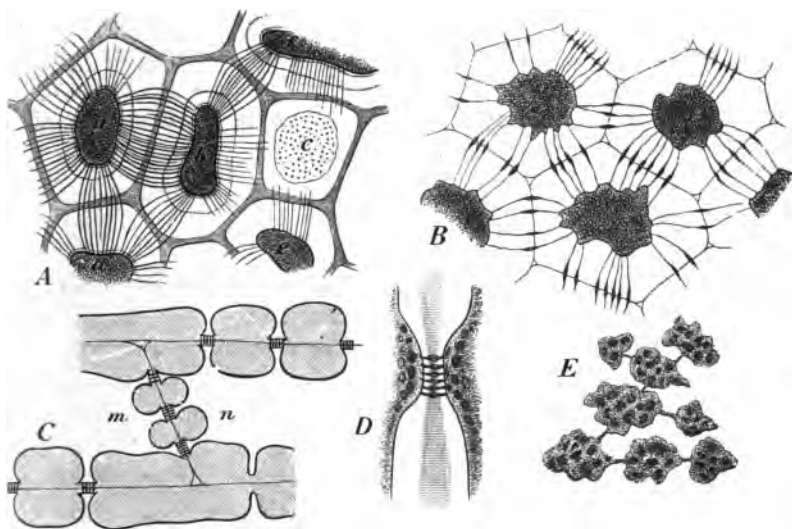
margar saman og mynda þá samkynja vefi. Plönturnar eru byggðar af margskonar vefjum og taka vefirnir þá nafn af frumunum, t. a. m. stuttfrumuvefir, langfrumuvefir og þráðfrumuvefir. Í stuttfrumuvefjunum eru oft allstór millibil milli frumanna, millifrumabil, og verður þeirra getið síðar. Í langfrumuvefjum eru ekki þesskonar millibil, en frumuendarnir eru fleygaðir hvor inn á milli annars. Þráðfrumuvefir eru alloft talsvert losalegir (sjá 104. mynd), en stundum geta þeir þó verið allþjettir og líkjast þá talsvert stuttfrumuvef.

Frymtengsli milli frumanna. Fyrrum hjeldu menn að frumuholin væru algjörlega aðgreind og stæðu ekki í sambandi hvort við annað. Þó holur eða pípur væru fyrir hendi í veggnum, hugðu menn að þak þeirra væri heilt og órofið. En nú hafa menn komist að því, að holu- og pípuþökin eru með örsmáum götum, og um göt þessi liggja örfinir frymfræðir frá einni frumu til annarar. Frymið í tveim nábúafrumum er því í sambandi hvort við annað, og höfum vjer lauslega getið þessa fyr. Á 105. mynd er sýnt, hvernig þesskonar frymtengsli líta út hjá sumum plöntum.

Sennilegt má telja að frymtengslin stafi frá fyrsta þróunar-

skeiði veggins (sjá hjer á undan), og útlit þeirra er mjög svo svipað sameiningarteinunum milli tveggja nábúakjarna, er vjer höfum getið um áður.

Frymi hverrar frumu er því ekki einangrað, en stendur í sambandi hvað við annað um allan líkama plöntunnar; plantan er því einn frymlíkami eða einstaklingur, sem takmarkast af ákveðnum veggjum að utan, og greinist í ótal smáparta af langveggjum og þverveggjum hið innra. Sökum frymtengslanna skiljum



105. mynd. Frymtengsli ýmsra plöntutegunda, sjá textann.

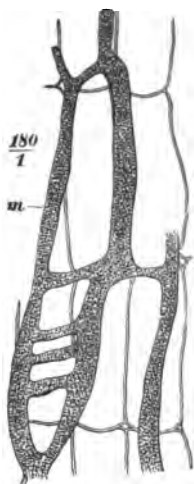
(Tangl o. a. fl.).

vjer og miklu betur ýms hreifingarfyrirbæri í plönturíkinu og munum vjer geta þeirra síðar.

Frumuveggir eyðast. Leiðipípur. Oft er það nauðsynlegt fyrir líf plöntunnar, að ákveðnar leiðipípur myndist, og verður það á þann hátt, að veggirnir milli nábúafrumanna eyðast, en um leið hverfur frymið og kjarninn, eða með öðrum orðum: frumarnar deyja og fyllast þá með lofti eða vatni eftir því sem á stendur.

Leiðipípur háplantanna eru myndaðar þannig. Viðarpípur og sáldpípur verða til á þá leið, að veggirnir milli nokkurra fruma eyðast, er standa hver upp af annari. Pípur þessar eru oft

allangar og ókvíslaðar. Starf þeirra er að flytja vatn og ýms önnur næringarefni um plöntulíkamann. Mjólkurpípurnar eru með annari gerð, oft margkvíslaðar og sem net að útliti (106. mynd).



106. mynd. Mjólkurpípa úr rót fífilsins. (Rützou).

Vefjum plantanna má og skifta í tvent eftir aldri: Ungvefi og fullfroska vefi. Ungvefir eru samsettir af ungum frumum, sem deilast ört. Fullfroska vefjum má skipa í flokka eftir starfi þeirra. Sumir eru plöntunni til varnar, svo sem húðvefir, aðrir til stuðnings (stöðvefir); sumir afla fæðu úr kolsýru loftsins, grænvefir, sumir eru til þess gerðir að flytja næringarefni um plöntuna, leiðivefir, aðrir forðabúr, forðavefir.

7. Ungvefir.

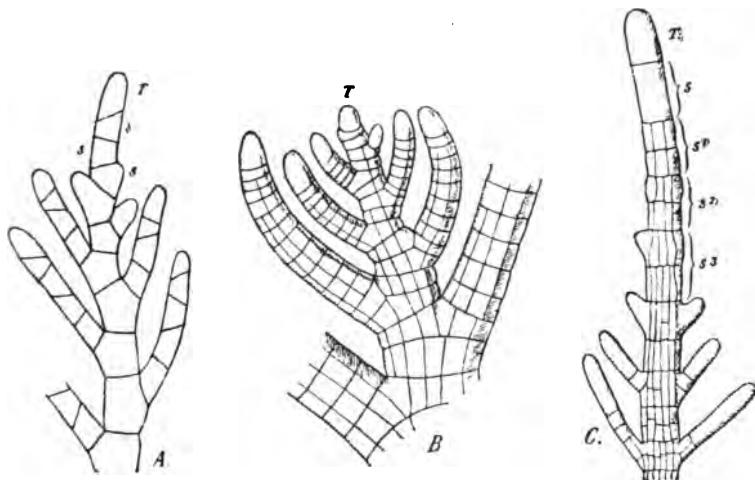
Ungvefir eru, einsog orðið ber með sjer, ungir vefir. Vel mætti og kalla þá deilivefi, því frumudeilingar er aðalstarf þeirra. Frumur vefja þessara eru auðvitað ungar og færar um að deila sjer. Þær eru tiltölulega litlar og þunnveggjaðar. Veggirnir eru holulausir og miðlag verður ekki greint. Frymið fyllir frumuna, en safahol eru mjög lítil eða venjulegast engin. Kjarnarnir eru tiltölulega stórir. Frumur þessar virðast ekki innihalda sterkju, sykur eða olfudropa, og litbera hafa þær ekki að minsta kosti ekki nema hvíta litbera. Frumurnar falla þjett saman svo engin millibil eru meðal þeirra.

Ungvefir eru mjög samkynja, þó eru auðvitað óglögg takmörk milli þeirra og eldri vefja, sem myndast af þeim. Þetta vaxtarfyrirkomulag er einkennilegt fyrir plöntulíkamann, þ. e. að vöxturinn verður í ungum deilivef, er liggur þjett upp að eldri vefjum. Vöxtur dýra er með öðru sniði, og líkami þeirra vex jafnt og jafnsnemma alstaðar. Ungvefir eru á ýmsum stöðum í plöntunum. Frumur hinna ýmsu vefja eru nokkuð mismunandi og fer það mest eftir því hvar þeir eru í plöntunni.

Kímið t. a. m. er algjörlega samsett af ungvefjum meðan það er á fósturskeiðinu. Þar er vöxturinn því ekki bundinn við ákveðna staði í líkamanum. Í eldri plöntum eru ákveðnir hlutar

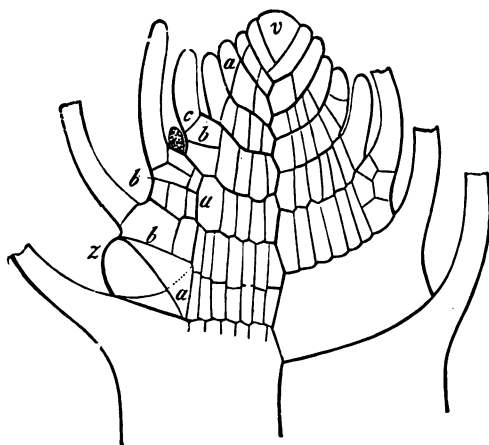
í vexti (ungvefirnir) og liggja þeir við hliðina á fullvaxta vefjum. Vöxturinn er tvenskonar, lengdarvöxtur og digurðarvöxtur.

Lengdarvöxturinn er venjulegast toppvöxtur, þ. e. vaxtararinn hans er í toppi plöntuhluta þess, sem um er að ræða. Vaxtararinn fjölfruma plantna er samsettur af einni eða fleiri stutt-



107. mynd Smápartar af ýmsum þörungum; T, toppfruman; s, yngsta fruman, sem komin er fram við deilingu toppfrumunnar.

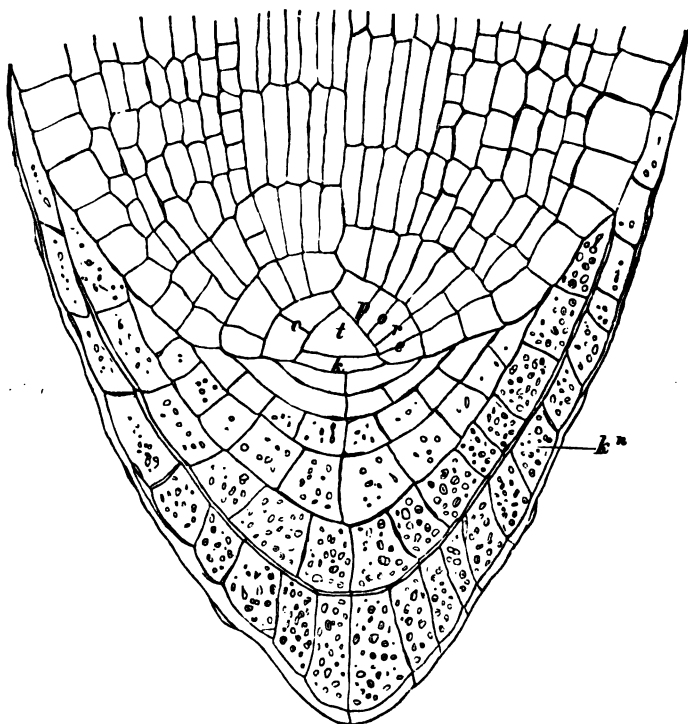
frumum, er geta deilt sjer mjög ört. Þesskonar deilivefi köllum vjer oft fósturvefi eða frumuvefi. Vefir þessir eru mjög samkynja, þó er talsverður munur á, hvernig frumurnar raða sjer. Sumar plöntur hafa svokallaðar toppfrumur, er allur vöxturinn stafar frá. Þær eru, einsog nafnið bendir á, í toppi plöntunnar eða hins vaxandi plöntuhluta, og við deilinguna skiftast þær í



108. mynd. Lækjamosi. Stönguloddur skorinn að endilöngu. v, toppfruman; beggjamegin sjást 8 frumuraðir, sem allar stafa frá toppfrumunni. Efst í hverri röð kemur fram blað (b—b) en neðantil brum (z). (Leitgeb).

tvær ójafnar frumur, önnur líkist að öllu móðurfrumunni og heldur áfram að vera toppfruma og deila sjer, en hin fruman deilir sjer ört í allar áttir. Allar frumurnar í plöntuhluta þeim, sem um er að ræða, stafa þannig frá toppfrumunni.

Toppfrumur er einkum að finna í gróplöntunum og eru þær með ýmsu móti einsog 107. og 108. mynd bera með sjer. Toppfrumurnar á 107. mynd eru mjög óbrotnar, en toppfruma lækjamosans (108. mynd) er hvelfd að ofanverðu en þríhyrnd hið neðra.



109. mynd. Rótaroddur af burkna skorinn að endilöngu. t, toppfruman; k, yngsta fruman, sem komin er af toppfrumunni (rótbjargarfruman); c, næstýngsta deilifruman hefur skift sjer í tvent; p, o, r, e, eldri deilifruma er aftur hefur deilt í fjórar; k, n ysta lag rótbjargarinnar.

Þegar hún deilist, koma fram þrjár nýjar frumur, ein af hverjum fleti (á myndinni sjást þó ekki nema tvær). Svipuð toppfruma er og í rótum burkunganna (109. mynd). Þó koma þar fram nýjar frumur af öllum fjórum flötum, því rótbjörgin vex á sama vaxtararni. Lengdarvöxtur róta þessara er þó ekki eiginlegur

toppvöxtur, því vaxtararinn þeirra er inniluktur af gömlum vefjum á allar hliðar.

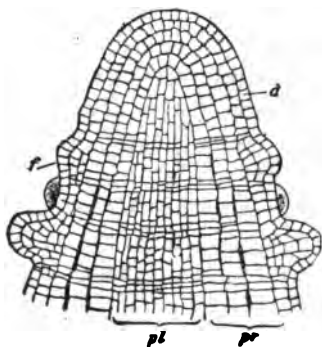
Þegar til barrviðanna kemur og háplantanna er toppfruman horfin, en allur vöxtur stafar frá fleiri frumum, er líta eins út og deilast allar jafnt. Frumupyrping þessi svarar til toppfrumunnar hjá gróplöntunum. Frumur þessar skipa sjer á ýmsan hátt, oft eru þær hvor upp af annari, eða hver við hlið annarar, eða hvorttveggja eins og sýnt er á 110. mynd.

Á 110. mynd er sýndur vaxandi stöngultoppur skorinn að endilöngu. Þar sjást greinilega 5 frumulög, er lykja hvert utanum annað. Innan undir lögum þessum er stuttfrumuvefur, er leiðistrengir og miðpartur stöngulsins myndast af síðar. Af ysta laginu (d) myndast yfirhúð plöntunnar, en af lögnum þar innanvið (pr) börkurinn.

Í rótum blómplantanna er bygging vaxtararins með svipuðum hætti. Þar eru þrír deilivefir, og hefur hver þeirra smápyrpingu af deilifrimum, er allur vöxturinn stafar frá. Þó er nokkur

munur á einkímblaða plöntum og tvíkímblaða plöntum. Á einkímblaða plöntum er vöxturinn þannig, að rótbjörgin myndast af einum deilivef, börkur og yfirhúð af öðrum og miðja rótarinnar af þriðja deilivefnum. En á tvíkímblaða plöntum myndast rótbjörg og yfirhúð af einum vef, börkurinn af öðrum og miðjan af þriðja vefnum.

Vaxtararinn plantanna er ekki greinilega afmarkaður frá eldri vefjum, og er því ekki auðvelt að ákveða, hve mikið skal teljast til hans eða ekki. Vjer látum oss því nægja handahófs takmörk milli vaxtararins og eldri vefja og teljum t. a. m. til hans ungvafina eða deilivefina í broddi rótar og stönguls. Allur vöxturinn stafar frá vaxtararinum og hefst þar, en mestur vöxtur á sjer þó stað í beltinu næst vaxtararni að neðan. Belti þetta mætti kalla þenslubeltið. Í vaxtararni koma upp nýjar frumur, því frumudeilingar eru þar mjög örar, en í þenslubeltinu vaxa frumurnar eða þenjast út. Bak við þenslubeltið er svo þriðja beltíð og í því ná frumurnar og vefirnir fullum þroska. Frumurnar í



110. mynd. Stöngultoppur skorinn að endilöngu; f, ung blöð. (Strasburger).

vaxtararni eru mjög þunnveggjaðar, því annars væru þær ekki vel fallnar til að deilast ört, en af því leiðir, að þær eða vaxtararinn þarf varnar við gegn óblíðu náttúrunnar. Þess hefur verið getið fyrir, hvernig ungu blöðin beygjast upp yfir stöngulkollinn og skýla þannig vaxtararninum og þar sem talað var um rótina var þess og getið, að rótbjörgin væri vaxtararninum til varnar. Brumhlífarnar hafa og þessháttar störf á hendi og er þess getið fyrir. Sumar plöntur hafa og sjerstakan útbúnað til að vernda vaxtararinn sinn. Stundum er hann t. a. m. niðri í ofurlítilli hvílti í stönglinum, er svo fyllist með slímkendum vökva. Þá er það og vaxtararni til varnar, að blöð (t. a. m. burknablaðið) eða stönglar eru undnir upp á æskuskeiði, því á hann hátt skýla eldri partarnir hinum yngri.

Hvernig nýir limir myndast. Það verður yfirleitt á tvennan hátt. Allra algengast er að nýir limir (t. a. m. blöð, stönglar) vaxa út frá sjálfu yfirborði plöntunnar. Á plöntum þeim, sem toppfrumu hafa, myndast venjulega ný toppfruma þar sem blaðið eða greinin fer að vaxa. Á blómplöntum myndast blöð og stönglar í næstu frumulögunum innanvið yfirhúðina. Þá er hinn mátinn, að limurinn byrjar að vaxa inni í plöntulíkamanum og verður þá að ryðja sjer braut gegnum eldri vefi. Þannig myndast oft rótargreinar.

8. Loftgangar, safagangar.

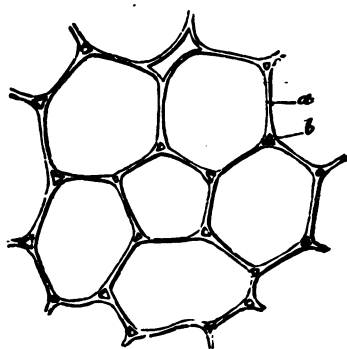
Í allmörgum frumuvefjum eru millibil eða gangar milli frumanna. Gangar þessir myndast á tvennan hátt: annaðhvort við það, að frumuveggirnir losna hver við annan á bili eða skiljast að, eða þannig, að frumuveggirnir rofna algjörlega svo margar frumur renna saman; hið fyrtalda er þó hið venjulegasta. Þá eru gangarnir mjög mismunandi, að því er innihaldið snertir. Langflestir gangarnir hafa þó í sjer loft, og köllum vjer þá loftganga, en í mörgum er harpeis, plöntulím eða annarskonar safar og eru þeir nefndir safagangar.

Loftgangar eru einkum í þunnveggjuðum stuttfrumuvefjum (í merg stöngla og berki, blaðholdi, aldinholdi o. s. frv.). Gangar þessir myndast þannig, að veggirnir klofna í hornunum, þar sem þrjár (eða fjórar) frumur liggja saman, og verða þeir þá boga-dregnir útávið (sjá 111. mynd). Þannig koma upp margkvíslaðir

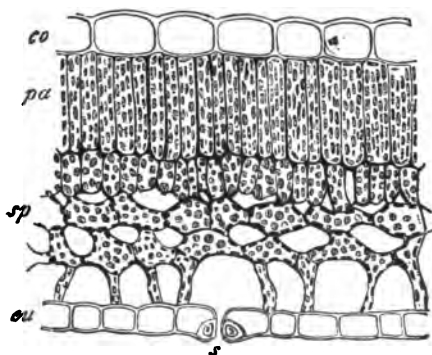
loftgangar, þrí- eða ferstrendir, er greinast um allan vefinn. Það fer að bera á loftgöngunum mjög snemma og byrjunarskeið þeirra má rekja til mjög ungra vefja, þó þer ekkert á þeim í sjálfum vaxtarárinum.

Loftgangarnir standa í sambandi við öndunaropin, er brátt skal getið; loftið hefur því greiðan gang inn í þá. Hefur það hina mestu þýðingu fyrir plöntuna, því við það eykst mjög mikið yfirborð plöntunnar, það er að segja: loftið getur fyrir þá sök verkað á miklu stærri flöt. En augljóst er, hve afarþýðingarmikið það er fyrir plöntuna, er þess er gætt, að hún andar (þ. e. tekur til sín súrefni úr loftinu og lætur frá sjer kolsýru) einsog dýrin og vinnur þarðauki fæðu úr kolsýru loftsins (þ. e. aðgreinir súrefnið frá kolefninu, og tekur kolefnið til sín og hefur það í lífrænuæfnin) og auk þessa lætur plantan frá sjer talsvert af vatni í eimformi.

Oft og tíðum hefur plantan fulla þörf á miklu stærri loftgöngum en þeim, er nú voru nefndir, og er svo stendur á, stækka loftgangarnir og verður það með ýmsum hætti. Til dæmis má nefna vefinn í neðra borði allflestara blaða (112. mynd). Hann er mjög svo lausofinn, þ. e.: loftgangarnir eru mjög stórir. Þeir myndast þó alveg á sama hátt og hinir, er fyr var getið, en stækka einkum við það, að sjálfar frumurnar vaxa og kvíslast eftir að gangarnir koma í ljós.



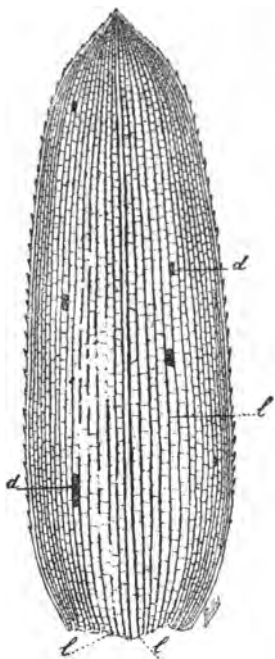
111. mynd. Örlítill hluti af plöntuvef með loftgöngum; a, veggirnir; b, loftgangar, flestir þeirra eru þristrendir en efst á myndinni er einn ferkantaður. (Schleiden).



112. mynd. Þverskorið beykiblað ($2\frac{1}{2}^\circ$). eo, yfirhúð á efra borði blaðsins; pa, súluefurinn; sp, vefurinn með stóru loftgangana, sjá textann; eu, yfirhúð á neðra borði blaðsins; s, öndunaropíð. (Prantl.)

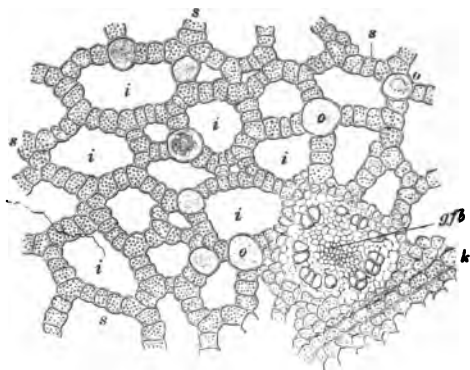
Ýmsar vatnaplöntur hafa þörf á ennþá stærri loftgöngum.

Loftgangar þeirra byrja einsog hinir, er fyr var getið, en vaxa með öðru móti, því vöxtur þeirra er aðallega fólgin í því að frumurnar umhverfis aukast og margfaldast (sjá 114. mynd). Stundum vaxa loftgangarnir mjög mikið blátt áfram við það að frumuveggir rofna og frumurnar deyja (t. a. m. holir stönglar grastegunda, elftinga, skýlu-blóma o. fl.).



113. mynd. Blað af vatnspöntu; svörtu rákirnar (l) er sjást í blaðinu eru loftgangar; d eru dauðir hlutir í blaðinu. (Devaux).

Stærð loftganganna í plöntunni er aðallega komin undir því, hvað henni hæfir best. Plöntur, sem vaxa í þurrum jarðvegi og þurru loftslagi, hafa þrönga loftganga, því annars væru þær í hættu staddar; því, einsog getið var, auka loftgangarnir mikið yfirborð plöntunnar, en því stærra sem yfirborðið er, því hættara er plöntunum við að þorna upp eða visna þar sem þurkasamt er. Þurkplöntur hafa því þrönga loftganga, en stærsta loftganga hafa vatnaplöntur. Loftgangar þeirra hafa þýðingu fyrir plöntuna í tvennu tilliti, bæði að fleyta plöntunni í vatninu og að geyma loft



114. mynd. Þverskorinn jarðstöngull af vatnspöntu, s, stuttfrumuvefur, sem inniheldur sterkju; i, loftgangar; o, olíufumur; gfb, leiðistrengur; k, sterkjuleiðir.

til afnota fyrir hana. Sumar þangtegundir hafa t. a. m. smáa loftbelgi (bólurnar á blöðrupanginu o. fl.), er hafa meðal annars þá þýðingu að halda plöntunni á floti. Plöntur, sem vaxa í kafi í vatni, hafa auðvitað erfiðan aðgang að lofti. Loftgangarnir eru víðir og eru nokkurskonar forðabúr, þar sem plantan safnar lofti svo það sje til taks þegar þarf.

Safagangar. Safagangarnir myndast venjulegast á þann hátt, að frumuveggirnir klofna á sama hátt og getið var, en stundum eru þeir þó komnir upp á þann hátt, að frumuveggirnir rofna, þó það sje sjaldgæfara.

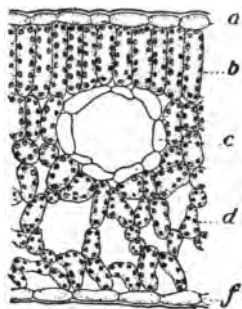
Sumir safagangar eru hnöttóttir að lögun, og þeir eru sýnilegir í blaðinu þegar því er haldið móti birtunni og horft er gegnum það. Þá líta þeir út sem ljósleitir deplar, því grænvefur blaðsins er auðvitað þynstur, þar sem gangarnir eru eða kirtlarnir; — þesskonar gangar eru oft kallaðir kirtlar.

Stundum eru safagangarnir alt öðruvísi að lögun, t. a. m. í barrtrjám. Þar eru harpeisgangarnir mjög langir og kvíslaðir og líkjast þá allmikið mjólkurpípunum, sem getið var fyr. Safinn í göngum þessum er mjög mismunandi að efnasamsetningu (loftnæmar olíur, harpeis, plöntulím, balsam o. s. frv.).

Safagangar þeir, sem myndast við það að frumuveggir klofna, vaxa á þann hátt, að frumurnar umhverfis deilast og vaxa. Frumurnar, sem takmarka ganginn, eru oft hvelfdar innávið (115. mynd) og úr þeim smitar safinn, er fyllir ganginn, og mætti kalla þær safafumur ganganna. Stundum er stoðfrumum raðað í hring utanum ganginn rjett utanvið safafururnar (116. mynd), og er það hlutverk stoðfruma þessara að vera ganginum til stuðnings.

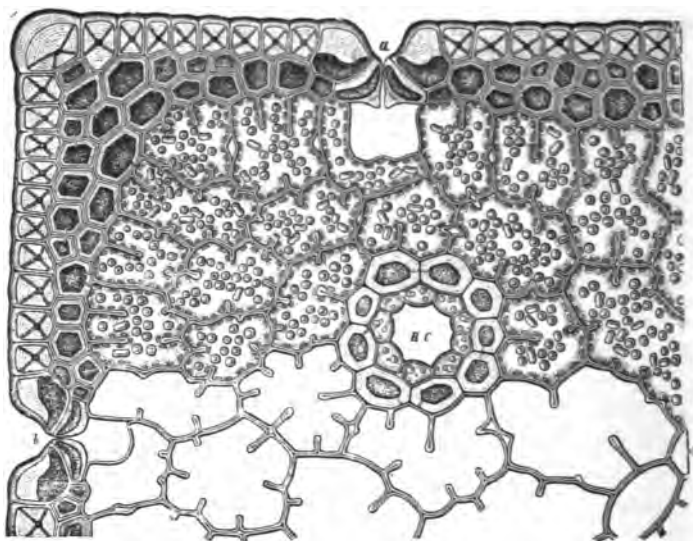
Safagangar, er myndast við rofnan frumuveggja, verða venjulega til á þann hátt, að safabólur koma fram í nokkrum frumum í þyrpingu, þvínæst fara frumuveggirnir að rofna og því heldur áfram þangað til öll frumuþyrpingin er uppleyst og gangurinn er þá fullgjör. Umhverfis þessa ganga eru engar safafumur.

Oss er öldungis ekki með öllu ljóst, hverja þýðingu safar



115. mynd. Þverskorið blað með kirtli í miðjunni. a og f, yfirhúðin á efra og neðra borði; b, súluvefur; d, losalegi vefurinn á neðra borði blaðsins; c, olfukirtill og utanum hann safafumur (190). (Belzung).

Þessir hafa fyrir plöntuna, en oft eru þeir góð vörn gegn rotnan og sýkingu ef plöntur verða fyrir áfalli t. a. m. harpeistegundir.



116. mynd. Ofurlítill partur af þverskornu furublaði. a—b, öndunarop; H. C, harpeisgangur. Í neðstu frumunum eru grænkornin ekki teiknuð. (Kny).

Þegar planta, sem inniheldur harpeis særast, smitar harpeisinn út og lokar sárinu svo hvorki vatn nje loft kemst að sárinu.

9. Húðvefir.

Hlutverk húðvefjanna er að vernda plöntulíkamann útávið, einkum gegn ofmikilli birtu, og ofmiklum kulda; yfirleitt hafa húðvefir og þá þýðingu að gæta þess, að eiming vatns úr plöntunni sje hæfileg o. s. frv. Sumar plöntur hafa allveika húðvefi, t. a. m. vatna-plöntur og plöntuhlutar, sem huldur eru mold. Ungir plöntuhlutar eru og húðveikir. Í þessum tilfellum væru þykkir og sterkir húðvefir með öllu óþarfir, því vatnið hlífir vatna-plöntum útávið, jörðin þeim, sem mold eru huldar, og ungir plöntuhlutar eru varðir á ýmsan hátt gegn uppþornan, t. a. m. af gömlum blöðum, hlífar-blöðum og þessháttar. En plöntur þær og plöntuhlutar, er vaxa ofanjarðar, og verða að þola þurka og hita hafa því sterkari

húðvefi sem meira er hætt við uppþornan, og eru þess mörg dæmi t. a. m. meðal heiðaplantna, og margra þurkplantna. Þar að auki mætti nefna alla fjölæra stöngla, veturlíf blöð o. fl. í þessu sambandi.

Það liggur í hlutarins eðli, að allar einfruma plöntur hafa enga eiginlega húðvefi, en þá verður ysta lagið í veggnum korkkent á plöntum þeim, er lifa svo lengi að á slíkri vörn þurfi að halda. Sama á sjer og stað að því er ákveðna plöntuhluti snertir t. a. m. frjókornin. En allar þær plöntur, er samsettar eru af margskonar vefjum hafa húðvefi og deilast þeir í tvent: hina eiginlegu yfirhúð og kork.

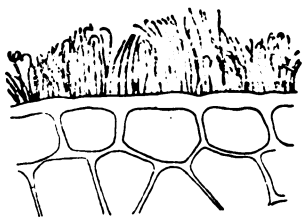
Yfirhúðin. Yfirhúðin er venjulegast aðeins eitt frumulag (112. mynd, 115. mynd). Frumurnar falla þjett saman og engin millibil eru milli þeirra nema öndunaropin.

Útveggirnir í frumunum í yfirhúðinni eru nálega ætíð miklu þykkri en hinir veggirnir. Ysta lag útveggjanna er og útbúið á sjerstakan hátt til varnar gegn uppgufan og er sá útbúnaður fólgin í því að korkkent efni (náskilt korki) er í lagi þessu ásamt frumefninu. Lag þetta hefur því fengið sjerstakt nafn og köllum vjer það korku. Vatnaplöntur og skammærir plöntuhlutar (t. a. m. krónublöð) hafa mjög þunna korku, sömuleiðis ungir plöntuhlutar er vaxa neðanjarðar. En þar á móti er korkan oft mjög þykk á plöntum, sem vaxa á mjög þurrum stöðum (eyðimörkum, klettum o. s. frv.) og einnig á sígrænum plöntum. Stundum er jafnvel allur útveggurinn korkkendur og þess eru og dæmi, þótt allsjaldgæft sje, að hliðveggirnir verða talsvert korkaðir.

Vaxlag. Vax (oftastnær fituefna- og harpeisblanda) er á blöðum margra plantna, stönglum, aldinum og þar fram eftir götunum. Það smitar út úr yfirhúðarfrumunum og liggur (oftastnær) sem örþunt lag utan á korkunni (bláleit »dögge«). Vaxið stendur í mjög nánu sambandi við korkuna, og gjörir það að verkum að ekki festir vatn á plöntunum, má því oft sjá silfur-skærar vatnsperlur á blöðum með vaxlagi (því loft hangir ávalt við þau), þegar rignir eða dögghall er. Vatn hripar því vel af blöðum þessum. Vaxlagið er og góð vörn gegn uppgufan, og hefur það verið sannað með tilraunum. Sem dæmi upp á plöntur með vax á blöðum má nefna mariustakk og mel auk margra annara.

Vaxlagið er venjulegast samsett af örsmáum kornum, er

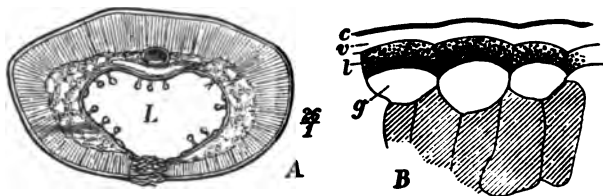
standa mjög þjett saman. Stundum er það samsett af lóðbeinum stöfum (118. mynd), en í öðrum tilfellum er það skorpukent.



118. mynd. Vaxmyndun á sykurreyr.
(Strasburger).

Harpeis og límkend efni smita oft út úr plöntunum á svipaðan hátt og vaxið og hafa þá sömu þýðingu fyrir plöntuna. Má þar til nefna ung blöð, en þó einkum hlífbarblöð. Venjulegast er þó að efni þessi smita út úr hárum.

Útveggirnir hafa og þýðingu fyrir plönturnar í öðru tilliti þegar þeir eru þykkir, nefnilega að styrkja blaðið. Leðurkendu blöðin hafa allmikinn styrk af hinum þykku útveggjum, t. a. m. furunálar, blöð á krækiberjalyngi (117. mynd). Þaraðauki eru oft krystallar eða kísilsambönd í veggjunum og er það einnig til stuðnings.



117. mynd. Þverskorið blað af krækiberjalyngi. L, blaðholið (sjá síðar), í því sjást kirtilhár og upphafin öndunarop; B er smápartur af A; c, korkan; v, útveggur; l, frumholið; g, innveggur og er mjög slímkendur.
(E. W.)

Innihald frumanna í yfirhúðinni. Hliðarveggir frumanna og innveggir eru venjulegast mjög þunnir og hæfir það og best starfi húðarinnar. Mjög er það sjaldgæft að grænkorn finnist í frumum þessum, og á það sjer einkum stað í húð vatnplantna og skugga-plantna. Húðin heyrir þannig öldungis ekki til grænvefjanna þ. e. þeirra vefja, er vinna fæðu úr kolsýru loftsins. Venjulegast er að húðin er með öllu grænkornalaus að fráskildum varafrumum öndunaropanna. Innihald húðarfrumanna er litlaus frumusafi og þunt frymlag umhverfis hann. Þó eru hvítir litberar eigi allsjaldgæfir í húðarfrumunum og safinn er stundum rauðlitaður. Sennilegt er, að rauði liturinn sje grænvefjunum innanundir húðinni til varnar gegn ofmikilli birtu og ef til vill stuðlar hann til að auka hitann. Að minsta kosti er rauða húðin einkum á vorplöntunum og ungum sprotum, og kemur svo aftur í ljós í haustlaufinu.

Vatnsvefir. Að því er virðist, er það og eitt af störfum húðarinnar að geyma vatn, er plantan getur gripið til, þegar á þarf að halda. Til þess að geta int það starf af hendi, er nauðsynlegt að vatn geti síast gegnum alla hliðveggi frumanna, enda eru þeir venjulegast þunnir, svo ekkert er því til fyrirstöðu.

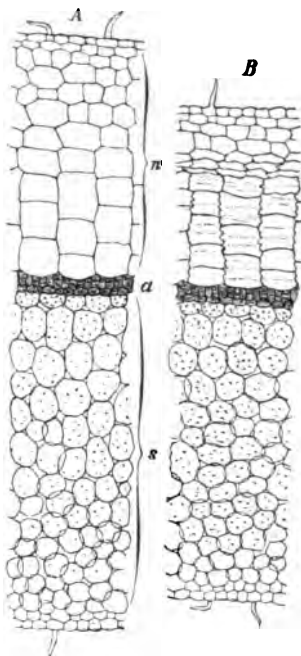
Ýmsar þurkplöntur eiga erfitt með að ná til vatns. Þeim er því nauðsynlegt að geta haldið vel á því vatni, sem þær fá, og að geta safnað vatni, þegar vel lætur að ná því, og þá ekki sist að geta geymt það, svo taka megi til þess þegar á þarf að halda. Kröfurnar til yfirhúðarinnar sem vatnsforðabúrs eru því afarmiklar hjá plöntum þessum. Bygging húðarinnar lagar sig og að ýmsu leyti til þess að geta fullnægt kröfunum sem best. Stundum hvelfast einstaka frumur allmikið útávið og líta þá út eins og nokkurskonar blöðrur á húðinni; þær frumur köllum vjer vatnsfrumur. Stundum verður innveggurinn allmjög slínkendur og bólgnar upp, þegar vatnið safnast í hann (t. a. m. krækiberjalyng, sjá 117. mynd, g). Þá verður og stundum sú breyting á byggingu húðarinnar, að frumurnar deilast og liggja þá nýju veggirnir samhliða yfirborðinu (eða útveggnum); þá er húðin samsett af fleiri frumulögum og frumurnar liggja í röðum, er standa lóðrjett á yfirborðinu. Þá ber það og við, að næstu lögin undir yfirhúðinni verða eins að útliti og byggingu og eru þau kölluð »undirhúð«. Þó er efasamt, að það sje ávalt hlutverk undirhúðarinnar að vera vatnsforðabúr.

Frumurnar í eiginlegum vatnsvefjum eru ávalt lifandi og mjög þunnveggjaðar; þær eru með öllu litarlausar og falla vel saman svo engin bil eru milli þeirra. Vatnsvefir eru venjulegast í efra borði blaðanna og eru því hin besta vörn fyrir grænvefina gegn ofmikilli birtu. Þegar plantan þarf á vatni að halda, fá grænvefirnir vökva úr vatnsvefjunum, en þegar þeir láta vatn frá sjer, skorpna þeir saman og hliðveggirnir leggjast í fellingar einsog leðrið á fýsibelgnum. Þegar svo plantan tekur nýjan vatnsforða, bólgnar vefirnir út aftur og sjest það greinilega á 119. mynd.

Hár. Þau eru mjög margvísleg að byggingu, og myndast venjulegast af yfirhúðarfrumum; það er miklu sjaldgæfara, að hárin stafi frá vefjum undir húðinni. Sum hár eru aðeins ein fruma, en flest eru þau þó samsett af fleiri frumum og sum eru jafnvel útbúin með leiðistrengjum. Starf háranna er mjög mismunandi, en alloftast hjálpa þau húðinni til að vinna verk sitt, með

því að þau auka yfirborðið að mun. Rótarhárin t. a. m. stækka mjög mikið sogflöt rótarinnar.

Vjer höfum þegar getið um ýmsar hártægundir fyr, t. a. m. klifhár, brennihár, þyrna o. fl., og síðar munum vjer geta flughár-anna. Hjer skulum vjer aðeins nefna þesskonar hár, sem hjálpa rótinni til að vinna verk sitt, og eru þau þrenskonar: skjólhár, kirtilhár og soghár.



119. mynd. Þverskorið blað. A, lifandi blað; B, dauðt blað, er legið hefur og mist vatn í 4 daga í 18—20° hita; W, vatnsvefur; a, grænvefur; s, lausvefurinn.
(Haberlandt).

Skjólhár. Þau eru full af lofti og eru því hvít að lit; blöð og stönglar með þesskonar hárum eru gráir, hvítir eða silfurgljáandi. Skjólhár leiða hitann illa af því að loft er í þeim og milli þeirra. Þau eru plöntunni til varnar gegn uppgufan af því loftið á erfitt með að komast út milli háranna; þau halda hita í plöntunni og eru yfirleitt til skjóls, er skjót hitabreyting á sjer stað, sömuleiðis eru þau til varnar gegn sterkri birtu. Það eru einkum plöntur á bersvæði þar sem þurkasamt er, sem hafa skjólhár, og oft eru ungsprotar miklu þjetthærðari en eldri plöntuhlutar.

Skjólhár eru mjög margskonar að lögun (stjarnhár, skjaldhár), og silfurgljáinn á blöðum ýmsra plöntutegunda (t. a. m. sandbúa, silfurblaðs o. fl.) orsakast af þjettum loftfylltum skjólhárum.

Kirtilhár. Þau smita úr sjer einskonar safa, og kemur safinn einkum úr knappum, en kirtilhár eru venjulega þannig byggð, að þau hafa hnapp, er situr á allöngum stilk (120. mynd). Bæði knappurinn og stilkurinn eru mjög margvíslegir að lögun hjá hinum ýmsu plöntutegundum, og safinn, er úr þeim smitar, er og mjög margskonar (harpeis, gúmmí, balsam, loftnæmar olíur, sykur og þar fram eftir götunum). En yfirleitt eru þó efni þessi lítt kunn, er smita úr hárum, og sama er að segja um það, hvernig þau framleiðast í hárunum.

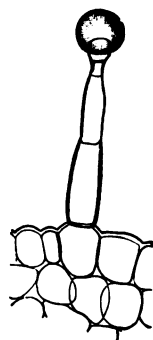
Þýðing vökva þessara er mjög mismunandi fyrir plönturnar. Stundum eru þeir eflaust mjög svo nytSAMIR til þess að varna skriðandi skordýrum að ná til blómanna (t. a. m. kveisugras), en oft eru þeir ungum plöntuhlutum til varnar gegn uppgufan (t. a. m. brum á hrosseik, birkiblöð o. fl.). Stundum eru vökvar þessir mjög þefmiklir (varablóm, körfublóm).

Hunangsbeð köllum vjer sum kirtilhár. Þau eru margvísleg að lögun og úr þeim smitar sykurlendur vökvi. Hunangsbeðir eru einkum í blómum, og sækjast flugur og fiðrildi mjög eftir þeim. Þau fjúga þá blóm af blómi að leita hunangssafans, en vinna um leið að því að frjóvga plönturnar og mun þess síðar getið. Hunangsbeðir eru og á öðrum plöntuhlutum en blómum, t. a. m. á axlablöðum nokkurra flækjutegunda o. fl. Maurflugur sækja mjög í þessa hunangsbeði, og er álitíð að þær verji plönturnar gegn öðrum dýrategundum.

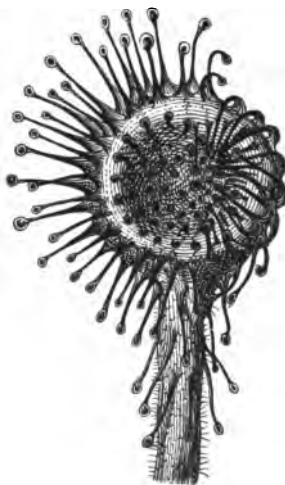
Meltingarkirtlar. Þá er að finna hjá plöntum þeim, sem kallaðar eru skordýraætur. Kirtlar þessir láta frá sjer meltingarvökva og leiða næringuna inn í plöntuna. Um það alt verður getið nánar síðar. Kirtilhár þessi hafa ýmsa lögun, og stundum eru þau frábrugðin að lögun hjá sömu tegundinni. Lyfjagrasið t. a. m. hefur bæði stilkud og stilklaus kirtilhár. Kirtilhár eru mjög frymrík. Kirtilhársöldöggarinnar (121. mynd) eru langfullkomnust að byggingu; í hverju hári er leiðistrengur og þau eru og frábrugðin að ýmsu öðru leyti.

Þá eru og ýmsar aðrar tegundir hára, er taka í sig efni og láta efni frá sjer. Þar til má telja rótarhárin o. s. frv.

Öndunaropin. Þaðernaðsynlegt, að engin op sjeu milli frumanna í yfirhúðinni, sem ekki sje hægt að loka. Að öðrum kosti gæti húðin ekki fullnægt starfi sínu. En svo vill nú vel



120. mynd. Kirtilhár með safadropa í oddinn (143). (Strasburger).

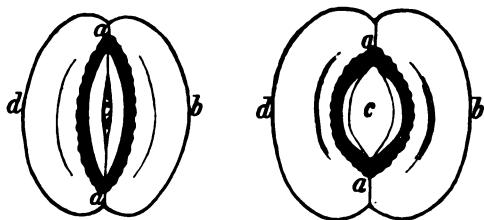


121. mynd. Söldöggarblað. Sum kirtilhárin beygjast innávið eða að þeim stað, sem orðið hefur fyrir áhrifum utanað. (Darwin).

til að þau op, sem finnast í húðinni, geta lokað sjer og opnað eftir því sem þörfin krefur. En þessi op eru öndunaropin. Öndunarskiðið er millibil milli tveggja fruma, er snúa holfötum veggjanna saman og innilykja loftrúm á milli (122. mynd). Frumur þessara eru kallaðar varafrumur; þær eru báðar eins að lögun, venjulega nálægt því að vera nýrlaga. Þær eru oftast nær minni en hinar frumurnar í húðinni, og þær einar af húðarfrumunum innihalda grænkorn og sterku. Innan við sjálft skiðið er allstórt loftrúm, sem loftgangur.

A.

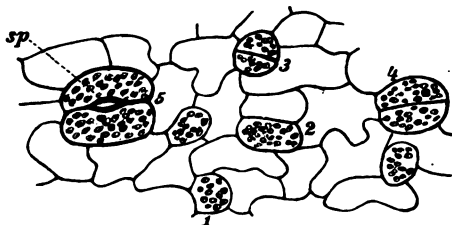
B.



122. mynd. Öndunarop að ofan, lokað (A) og opið (B).

plöntunnar eru í sambandi við. Í þverskurði blaðanna á 112. og 116. mynd sjást þverskorin öndunarop.

Varafrumurnar eru systurfrumur, því þær myndast við deilingu einnar frumu. Þvínaest klofnar veggurinn, sem skilur þær og þær er öndunarskiðið skapað.



123. mynd. Burkna húð. Blaðopin eru á mismunandi þroskastigi; 1 er yngsta og má þekkja að sú fruma er móðurfruma af því hún inniheldur grænkorn.

(N. J. C. Müller).

Varafrumurnar eru mjög einkennilega lagaðar að því er veggur þykkt snertir og sjest það greinilega, ef blaðið er skorið þversum mitt gegnum öndunarop. Veggurinn, er að opinu snýr, er miklu þykkri en bakveggurinn, en þó einkum til beggja enda (sjá 122. mynd), því miðparturinn er þunnur og hvelfst allmjög út þegar

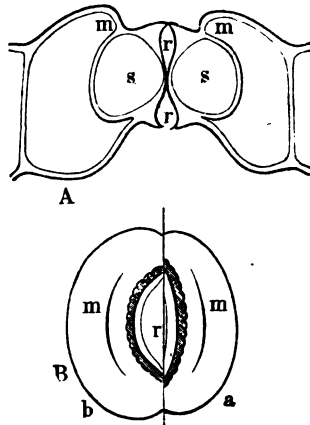
fruman er vökvapanin. Þar sem veggirnir snerta hvor annan um miðjuna köllum vjer miðop, en fyrir utan það og innan vikkar opið eigi alllítið (»framskáli«, »innskáli«). Opveggirnir eru ekki allsjaldan korkkendir, en bakveggirnir aldrei.

Starf öndunaropanna. Öndunaropin eða blaðopin eru tvöskonar: loftop og vatnsop. Loftopin eru algengust, og ávalt er við þau átt þegar rætt er um öndunarop. Loftgangar plöntunnar standa í sambandi við loftið um öndunaropin. Starf opanna er yfirleitt fólgið í því, að gera plöntunni auðveldara að vinna fæðu úr kolsýru loftsins, að halda uppgufaninni innan hæfilegra takmarka. Venjulegast má greina opin í blöðunum með stækkunargleri, og líta þau þá út sem hvítur depill af því að loftholan er full af lofti.

Væru ekki blaðopin, mundu loftgangarnir fyllast algjörlega af vatnseim, en fyrir því að blaðopin eru þannig byggð, að þau geta lokast og opnast eftir þörfum eða eftir því, hvernig ytrikjörin eru og þá

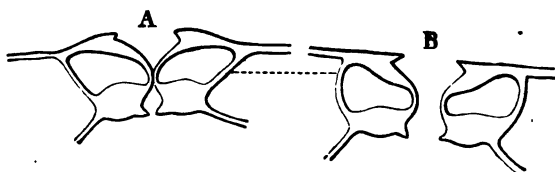
einkum eftir því á hvaða stigi raki loftsins er, þá eru þau fær um að hleypa vatnseimnum úr plöntunni þegar ofmikið er af honum, og halda honum í plöntunni þegar þess þarf við. Blaðopin lokast smámsaman á visnandi blöðum, og þegar loft er mjög þurt, lokast þau og, því þá er alt undir því komið að plantan geti haldið í sjer því vatni, sem til er í henni. Þegar loft er mjög rakt (eða mett vatnsgufu), standa blaðopin opin. Venjulegast eru blaðopin og lokuð á nóttunni (eða í myrkri), og hefur það ef til vill þá þýðingu, að verja plöntuna gegn hitaútgislun á nóttunni.

Hreifingarnar, sem blaðopin framkvæma, orsakast af breytingum í vökvapenslu varafrumanna og annarra nálægra fruma. Yfirleitt eru blaðopin mjög haglega útbúin til sinna starfa, og eigi skildu menn útbúnaðinn til fulls fyr en 1881. Þegar vökvapenslan í varafrumunum vex, opnast blaðopið, af því þær hvelfast meira útávið, en það kemur þaraf að bakveggurinn er þunnur og lætur meira undan þrýstingnum en opveggirnir, sem eru miklu þykkri



124. mynd. Lokað blaðop þverskorið (A); B, sama blaðop sjeð ofanfrá; a hefur ekki fulla vökvapenslu; b, er vökvapanin; s—s, varafrumur; r—r, sjálf opið; m—m, »hjörurnar«.

eins og getið var um. Á þenna hátt dragast opveggirnir sundur og nálgast hver sinn bakvegg. Þegar vökvapenslan minkar, lokast blaðopin, því þá er minni þrýstingur á bakvegginn svo hann fær sína upprunalegu mynd. Allar þessar hreifingar verða ennþá áreiðanlegri og vissari, af því að opveggurinn er þykkri til beggja enda og þynstur í miðjunni. Það styður og allmjög að því að opið geti lokast algjörlega, að miðpartur opveggisins er þunnur, því fyrir það geta opveggirnir lagst hver upp að öðrum þegar vökvapenslan minkar (sjá 125. mynd), og breytast frumurnar þá allmjög að útliti.



125. mynd. Þverskorin blaðop; A, lokað; B, opið.

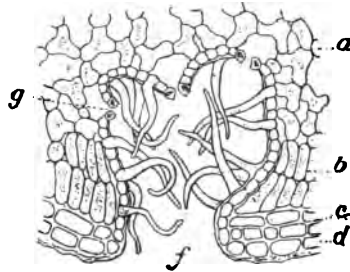
Það stendur auðvitað í sambandi við innihald varafrumanna (grænkorn, sterkja), að þær eru færar um að breyta vökvapenslunni og þá um leið löguninni.

Þá eru og annarskonar byggingarhættir, er ljetta mjög fyrir hreifingum þessum, og ber þar til einkum að nefna hinar svo nefndu »hjörur« (sjá 124. mynd, m), það eru þunnir vegghlutar í nábúafrumum varafrumanna. »Hjörurnar« ljetta mjög fyrir því að vökvapenslan geti framleitt þær hreifingar, sem á þarf að halda.

Blaðop grasa og hálfgrasa eru byggð öðruvísi, en eigi látum vjer það til vor taka hjer.

Það er mjög svo komið undir ytri ástæðum, hvort blaðop eru fyrir hendi og hve mörg þau eru. Palplöntur vantar með öllu blaðop, og sömuleiðis plöntur, sem vaxa niðri í vatni, og plöntuhluta niðri í moldinni (rætur og jarðstönglar). Flotblöð hafa einungis op á efra borði, en annars er venjulegast að neðra borð laufblaðanna hafi fleiri op á neðra borðinu, og stundum vantar blaðop á efra borði. Tala opanna á neðra borði laufblaðanna er afarhá, 100—300 á hverjum ferhyrningsmillímetra. Opin á einu blaði skifta því miljónum. Tala opanna er háð loftslagi og hvernig á stendur á vaxtarstaðnum. Opin eru færri eftir því sem loftslag og vaxtarstaður er þurrari.

Þá er og mesti munur á því, hvernig opunum er komið fyrir í húðinni. Hjá plöntum þeim, er sæta meðalkostum (þ. e. plöntum, sem lagaðar eru til að vaxa þar sem er meðalþurt um), eru varafrumurnar jafnutarlega og hinar húðarfrumurnar, en á ýmsum þurkplöntum eru opin, annaðhvort eitt eða fleiri, í holum eða dældum, sem skerast inn í blaðholdið (sjá 126. mynd), eða skorum eftir blaðinu endilöngu (t. a. m. krækiberjalyng, 117. mynd). Holurnar og skornar eru nokkurskonar skjól, og inngangurinn í þær er á ýmsan hátt útbúinn til að auka skjólið; annaðhvort skara barmarnir talsvert fram eða þeir eru hárum varðir (117. mynd, 126. mynd); hið síðastnefnda er venjulegast. Allur þessi útbúnaður tefur fyrir eimingu vatns úr plöntunni, og hann er því einkum að finna á þurkplöntum, heiðaplöntum, kletta-plöntum og ýmsum plöntum, sem vaxa á öðrum. Ýmsar grasa-tegundir eru og þannig gerðar, að blóðin vefjast saman þegar þurkasamt er, og er það ennþá frekari vörn fyrir plönturnar gegn uppgufan. Sem dæmi upp á þetta má nefna sauðvingul.



126. mynd. Þverskorið blað af neríu (litill partur), a, lausvefurinn; b, súluvefurinn; c, vatnsvefur; d, yfirhúð; f, inngangur í holuna, hún er hærd að innan og þar eru blaðopin (g), (Belzung).

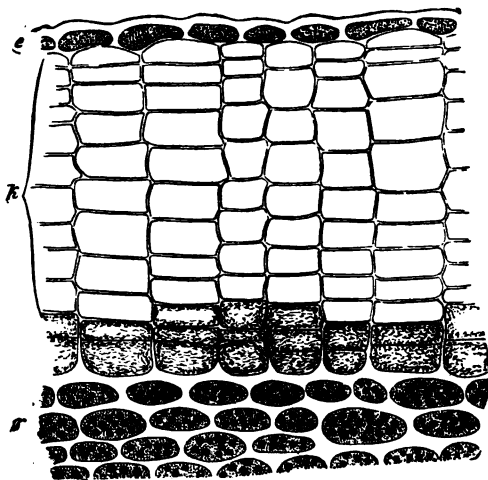
Þá er það og afar áriðandi fyrir plönturnar, að opin geti ekki stíflast t. a. m. af rigningaratni. Þær eru og útbúnar á ýmsan hátt til þess að hindra það. Í þessu tilliti er það mjög heppilegt að flest opin eru á neðraborði blaðanna, en aðalvörnin er þó í því fólgin, að fletirnir, sem opin eru á, eru varðir vaxi eða hárum. Vaxið hefur þá verkan að vatnið hripar auðveldlega af blöðunum, en hárin verja því að komast að opunum.

Vatnsop. Það er alkunnugt að blöð ýmsra plöntutegunda láta frá sjer vatn, þegar rótarþrýstingurinn er á háu stigi, og má oft sjá litla vatnsdropa á röndum blaðanna og oddi, einkum á morgnana. Það er gagnlegt fyrir plöntuna að geta losnað við vatnið á þenna hátt, þegar ofmikið er af því, að öðrum kosti myndu vefirnir verða offullir af vatni. Stundum eru sjerstakar frumur í húðinni eða hár löguð til að hleypra vatni út, og oft geta og þessháttar hár tekið á móti vatni, þegar þess þarf við. En

oft eru plönturnar útbúnar með sjerstökum »opum«, vatnsopum, er hafa einkennilega byggingu, og skulum vjer ekki fara frekar út í það.

Kork. Ýmsir plöntuhlutar hafa ekki annað til varnar útavið en yfirhúðina og hennar hár, svo sem laufblöðin, einærir stönglar og aðrir skammlífir plöntuhlutar. En plöntuhlutar, sem ná hærri aldri, eru varðir korki, en korkvefurinn er þannig bygður, að hann getur stækkað eftir því sem plantan vex. Allar lifandi stuttfrumur geta myndað kork.

Korkfrumurnar eru mjög reglulegar að lögun, oftast ferhyrndar og liggja í beinum röðum á yfirborðið (127. mynd, k). Korklagið



127. mynd. Þverskorinn börkur á grein ($2\frac{1}{2}^\circ$). e, húðin (hún er dauð); k, kork; s, græni börkurinn, frumurnar eru þykkveggjaðar. (Prantl).

vex innanfrá og ungvetur þess (frumurnar á milli korksins og græna barkarins á 127. mynd) er samhangandi umhverfis allan stofninn. Allir þeir plöntuvefir, sem liggja utan á korkinu, deyta þegar það er fullmyndað, því það hleypir engum næringarefnum í gegn.

Korkfrumurnar falla þjett saman og alls engin bil eru á milli þeirra, enda væri það ekki heppilegt, því hlutverk korksins er að verja plöntuna gegn uppþornan. Veggir korkfrumanna eru samsettir af fimm lögum; í miðjunni er lag af trjáefni eða frumu-efni (miðlagið), þá til hvorrar hliðar við það korklag, en inst er

lag af frumuefni. Veggirnir eru venjulegast þunnir og algjörlega holulausir, og frumurnar innihalda venjulegast loft, en stundum eru þó harpeiskend efni í þeim og þessháttar.

Af því, er nú var sagt, má ráða eiginleika korksins. Og þar er fyrst að telja, að vatn á mjög erfitt með að komast gegn um kork. Til þess að sannfæra oss um það má gjöra ofur einfalda tilraun. Tökum t. a. m. kartöflu og afhýðum hana. Látum hana svo liggja í 24 klukkutíma við hlöðina á óafhýddri kartöflu. Þegar svo er gætt að hvor kartaflan hefur mist meira vatn verður sú raun á, að afhýdda kartaflan hefur látið 64 sinnum meira vatn en hin. Annað dæmi er og alpekt, er sýnir að þó nokkuð vatn getur gengið í kork, netnilega að korktappar geta oft verið svellir, en stundum verða þeir lausir í af því þeir þorna. Lofttegundir eiga og mjög erfitt með að komast gegn um kork. Korklagið er mjög slæmur hitaleiðir og kemur það einkum af því, að frumurnar eru fullar af lofti; það er því hin besta vörn fyrir plönturnar á vetrum og hlífir einkum við skyndilegum hitabreytingum.

Af því er nú var getið, er augljóst að korkið inniheldur loft og að vatnið kemst ekki í gegn til að reka loftið út. Á þessu byggist þýðing korksins fyrir plöntuna. Korkið er þrenskonar.

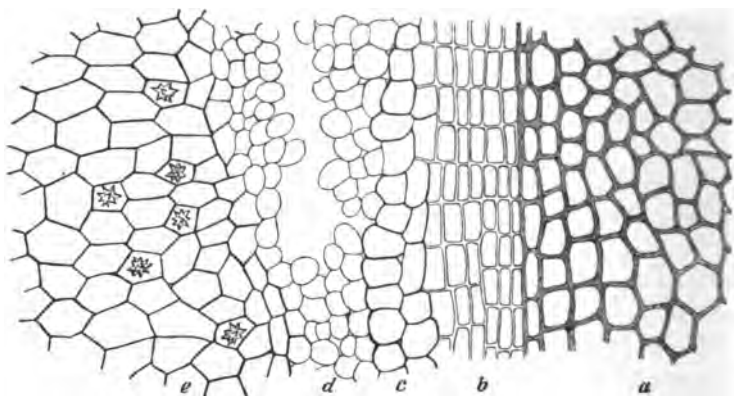
1. Kork myndast ávalt á plöntulimum, er hafa mikinn þykktarvöxt, og er þá að öllu leyti í stað húðarinnar, t. a. m. á trjástofnum og gömlum greinum. Á ársprotum trjáanna byrjar korkmyndunin þegar á sumrin í júní eða júlí. Trjáræturnar eru og korkvarðar á eldra aldursskeiði. Þá eru knollar oft korkvarðir t. a. m. kartaflan. Knollrætur eru og oft útbúnar með korklagi, þótt aldur þeirra verði ekki hár og jafnvel þó þær verði ekki meira en árgamlar.

2. Kork kemur og upp á blöðum, sem hafa það hlutverk að skýla; hlífbarblöðin eru t. a. m. meira eða minna korkkend. Mjög sjaldgæft er að kork myndist á leðurkendum blöðum og ef svo er, þá er það aðeins í smáblettum.

3. Sárakork. Þegar jurtkendir og safamiklir plöntuhlutar særast (t. a. m. knollar og ávextir) þá myndast korklag, er lokar sárinu. Sje t. a. m. tíuprjóni stungið inn í kartöflu, þá kemur fram nýtt korklag umhverfis sárið. Frumurnar í sárinu deyja með öllu og korkið kemur í ljós innanvið dauðu frumurnar. Þegar á lauffalsskeiðið kemur, falla blöðin af, einsog kunnugt er, en það verður á þann hátt, að ákveðnar frumur fara að deilast í blað-

fætinum og mynda lausnarlagið (128. mynd, d), en þegar blaðið fellur, rofnar lausnarlagið. Áður en það verði, hefur myndast korklag (128. mynd, b) innanvið lausnarlagið og lokar það sárinu þegar blaðið dettur.

Í sumum plöntutegundum myndast aðeins einn ungvefur, er framleiðir kork. Korklag þetta er sljett og lykur þjett utanum stofninn (birki og beyki, korkeik, kartafla o. a. fl.). Í korklagi þessu má sjá greinilega árshringi, til dæmis má nefna korkið sem alment er notað í tappa. Það fæst einkum af korkeikinni, er vex suður við Miðjarðarhaf. Í flöskukorkinu má greina 7 lög. Hvert lag er árshringur. Að hringirnir eru ekki fleiri kemur af því að korklagið losnar svo við hvert sjöunda ár, að vel má taka það



128. mynd. Langskurður gegnum lausnarlagið á lauffallsskeiði (d). a, börkur greinarinnar; b, korklagið; c og e, vefir í blaðfætinum. (Döbner-Nobbe).

af án þess plöntuna saki, en þá myndast nýtt korklag. Birki-börkurinn er og samsettur af 20—30 þunnum lögum. Lög þessi má flysja í sundur og hvert lag er einn árshringur. Svo stendur á að árshringirnir eru svo greinilegir, að frumur þær, er myndast í endalok gróðartímans eru lægri og þykkveggaðri en þær, sem myndast í byrjun gróðartímans, en einsog kunnugt er liggur síðasta lagið frá einu árinu upp að fyrsta laginu frá næsta ári, og því verða mörkin glögg á milli. Hvíti liturinn í birkiberkinum stafar frá lofti, sem er innblandað í birkiharpeisinn. Brúnleitu þverrákirnar í birkiberkinum eru korkop.

Á sumum plöntum koma í ljós fleiri ungvefir smámsaman,

er mynda kork, það er vöxtur korklagsins er takmarkaður. Þegar nýtt korklag myndast innanundir hinu eldra, deyr alt sem fyrir utan það er og þornar upp. Kork þessara tegunda er því blandað dauðum berki og ýmsum öðrum dauðum vefjum. Þesskonar korklag má nefna skorpukork, stundum er korkið í hreisturlögðum flögum á stofninum (skógarfura, greni o. fl.).

Korkop. Þau eru eiginlega engin op, en ákveðnir staðir í korklaginu, er hafa frumur með millibilum, svo loft getur komist þar um. Þau eru einskonar korkmyndanir og eru einkum á ungum greinum og ungum stofnum trjáplamtanna. Á eldri plöntum hverfa þau með öllu. Korkopin svara til blaðopanna í yfirhúðinni, og þau eru yfirleitt einskonar öndunarfæri. Á ungum trjágreinum, sem ennþá hafa ekki myndað kork, eru þær að útliti einsog korkvörtur innanundir öndunaropunum og draga þá úr eimingu vatns frá plöntunni. Á eldri greinum korkvörðum eru þær leiðin, sem vatnseimurinn fer úr plöntunni, því milli frumanna, er opið fylla, eru millibil; um þau stendur loftið í sambandi við innri vefi plöntunnar. Ungvefur korksins stendur í sambandi við ungvef korkopanna. Korkopin eru mjög greinileg, og sjást t. a. m. mætavel á birki. Þau eru talsvert langdregin á birkinu og kemur það þaraf að opið tognar á þvervegin eftir því sem stofninn verður þykkri; í upphafi eru þau þó kringlótt. Korkopin eru mjög langæ á birki, af því það hefur leðurkork, og hverfa ekki fyrir en trjen eru svo gömul, að börkurinn verður að skorpubörk.

10. Stoðvefir.

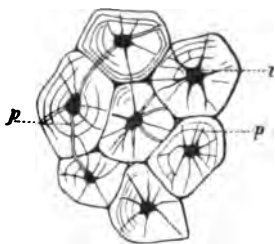
Plönturnar verða að vera þannig útbúnar að þær geti borið sig, og yfirleitt staðist þau áhrif, sem þær verða fyrir af vindi, þyngd, öldugangi og þessháttar. Vjer höfum þegar getið um ýmislegt er miðar í þá átt, t. a. m. vökvapensluna, hina ótalmörgu frumuveggi í plöntunni, blaðrif og ýmsan ytri útbúnað. Þetta alt styður plöntuna og gerir hana færa um að beygja sig og sveigja. Sumir plöntuhlutar, svo sem rætur, þurfa að vera dráttarfastar, aðrir þurfa að hafa afl til að bera talsverðan þunga t. a. m. trjástofnar. Sumir plöntuhlutar verða að vera færir um að þola allmikinn þrýsting (t. a. m. steinninn í steinaldinum), eða, einsog t. a. m. lautblöðin, að geta varist því að röndin rifni.

Til þess að geta int þetta alt af höndum er plantan útbúin

með margbreyttum stoðvefjum hið innra. Stoðvefirnir eru samsettir af stoðfrumum, og eru þær með ýmsu móti einsog nú skal greina:

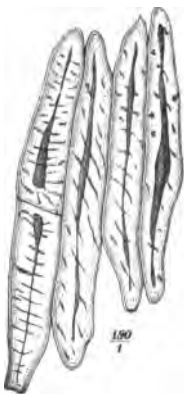
Stoðfrumur. Það er mjög algengt að frumurnar styrkjast blátt áfram á þann hátt að veggirnir verða þykkri, og hefur þess þegar verið getið að nokkru. Í sambandi við þykt veggjanna verður og sú breyting, að þeir verða trjákendir eða innihalda kísil eða kalk.

En ákveðnir stoðvefir eru samsettir af sjerstökuum frumum, er hafa ákveðna lögun. Veggir þeirra eru og sjerstakrar tegundar og skal þess nú getið.



129. mynd. Steinfrumur; i, frumuholið; p—p, pípurar í veggnum ($\frac{1}{2}^\circ$).

1. **Steinfruman.** Steinfrumur eru harðar, og hafa þykka, lagskifta, trjáenda vegg; oft langar og kvíslaðar pípur í veggjunum (sjá á undan). Frumuholið er lítið og innihaldið er loft eða vatnskendur vökvi. Steinfruman er stuttfruma, þ. e. hún er hjerumbil jafnstór í allar áttir (129. mynd). Þessháttar steinfrumur eru í ýmsum steinaldinum (kirsiber, »sveskjur«, o. fl., gráperurnar hafa í sjer smáþyrpingar af steinfrumum) og trjáberki. Sumar steinfrumur eru talsvert lengri og má til þess nefna frumurnar í frækurni kaffibaunanna. Í sumum fræjum eru og súlu-steinfrumur, og stendur þá lengdarás þeirra beint á yfirborðið. Í steinfrumuvefjum eru engin millibil milli frumanna. Þeir eru aðeins færir um að þola þrýsting; sveigingu þola þeir ekki og er því allhætt við broti ef þeir eru beygðir.

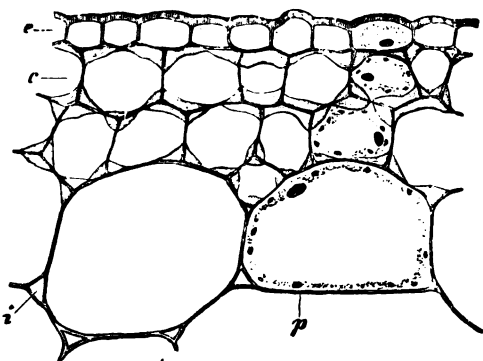


130. mynd. Steinfrumur úr frækurni kaffibauna ($\frac{1}{2}^\circ$). (Rüttou).

2. **Þykkhyrningar eða þykkhyrndar stoðfrumur** eru öllum öðrum stoðfrumum frábrugðnar að því leyti að þær eru lifandi og geta deilt sjer. Þær mynda einskonar bráðabyrgðastoðvef í blöðum og jurtastönglum. Stoðvefir þessir eru einkum nálægt yfirborði stönglanna og utanvið blaðrifn. Þeir mynda langa strengi uppeftir stönglunum, eða nokkurs-

konar rifgarða. Rif þessi eru hvítleit, en bilin milli þeirra (eða skorurnar) græn; öndunaropin eru í millibilunum, því grænvefir og loftgangar ná ekki út til yfirhúðarinnar annarsstaðar. Þykkhyrningavefir eru í knjám grastegundanna og mynda langrif á stönglum margra plantna.

Þykkhyrndu frumurnar eru oft stuttar, en stundum eru þær þó talsvert langar. Veggirnir eru aldrei trjákendir, en eru samsettir af frumuefni. Þegar vefirnir eru skornir þvers yfir, eru frumur þessar auðþektar frá öllum öðrum, því veggir þeirra eru þykkastir í hornunum, þar sem margar frumur koma saman; miðpartur veggjanna er venjulegast allþunnur. Loftgangar eru ekki milli frumanna og holar eru mjög sjaldgæfar. Stundum eru nokkur grænkorn í frumunum. Þykkhyrningavefirnar eru miklu vatnsríkari



131. mynd. Þverskorinn stöngull; e, húðin, c, þykkhyrningavefur; i, loftgangur; p, bark frumur. (Strasburger).

(60—70 % vatn) en bast og trje (20—40 % vatn). Þó eru þeir ekki beinlínis vatnsvefir, því þeir taka sig ekki aftur þegar þeir láta vatn frá sjer.

3. Bastfrumur. Eitthvert hið besta efni í plöntulíkamanum, eða í beinagrind plantnanna, til að þola sveigju, er bastið. Bastfruman er mjög löng og mjög þykkveggjuð; pípurnar í veggjunum eru þröngar; fruman er hvassydd til beggja enda. Lengdin er venjulegast 1—2 millimetrar og efni veggjanna er venjulegast frumuefni, þó eru þær stundum trjenaðar. Frumuholið er lítið og inniheldur venjulegast loft þ. e. með öðrum orðum: fruman er dauð.

Bastfrumur mynda venjulegast bastvefi, en bastvefirnar eru

langir strengir, er liggja upp og niður í stönglum og blöðum nálægt yfirborðinu. Oft eru baststrengirnir einir sjer, en venjulegast er þó, að baststrengirnir liggja utanvið leiðstrengina og eru þeim til stuðnings.

4. Viðarfrumur. Þær eru og langfrumur og hafa svipuð störf og bastfruman, nefnilega að vera til stuðnings gömlum plöntuhlutum. Mjög lítil munur er á viðarfrumum og bastfrumum, þó eru þær nokkru styttri ($\frac{1}{8}$ — 1 mm.) og eru mjög trjákendar. Aðalmunurinn er að þær eru ávalt innanvið ungvefinn í tvíkimblaða trjám, en bastið er ávalt utanvið ungvefinn. Það er með öðrum orðum: viðarfrumurnar mynda viðinn en bastið er meira bundið við borkinn.

Stoðvefir þeir, sem allra best styðja plöntuna gegn sveigingu og beinu togi, eru bast- og trjávefir og þykkhyrningavefirnir. En af vefjum þessum er þó bastið best. Gott bast er jafnsterkt og járn og besta bast er jafnvel eins sterkt og stál, eða getur borið 15—20 kg. á hverjum ferhyrningsmillimetra. Í einu tilliti ber þó bastið langt af málmunum, það er nefnilega miklu teigjanlegra. Eftir tilraunum að dæma, sem gjörðar hafa verið þessu viðvikjandi, hefur svo reynst að 1000 lengdareiningar basts lengjast um $4\frac{1}{2}$ —15 lengdareiningar, en sama lengd járn eða stáls lengist aðeins um 1 eða 1.20 lengdareiningar. Bastið verður sterkara við þurk, en er þá ekki eins teigjanlegt. Venjulegir stuttfrumuvefir þola ekki nándar nærri þá sveigju eða drátt sem stoðvefirnir.

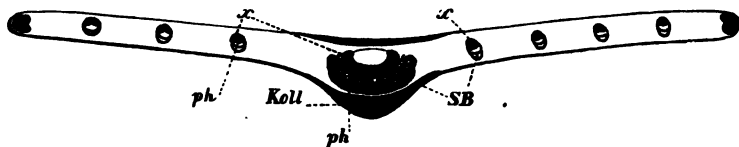
Bæði í líkómum dýra og plantna hittum vjer samskonar byggingarhætti og menn viðhafa, er hús og brýr eru byggðar. Aðalatriðið er að byggingin verði sem traustust og efnið sem minst. Til þess að skýra frekar skipan staðfrumanna í plöntunni skulum vjer athuga frekar það, sem nú skal greina. Látum oss t. a. m. taka stöng og festum annan endann þannig að stöngin sje lárjett og leiki að öðru leyti í lausu lofti, þannig eru margar greinar og blöð fest. Hugsum oss enn fremur að stöngin bogni. Þá er það auðskilið, að efri hliðin stritar á móti beygingunni af því smápartar hennar verða að togna, hinsvegar veitir neðra borðið einnig mótstöðu gegn því að bogna, af því smápartar þess þrýstast saman. Mótstaðan er auðvitað mest í sjálfu yfirborðinu að ofan og neðan og verður því minni sem nær dregur miðjunni, en í sjálfri miðjunni er lag, sem enga mótstöðu veitir, »dauða lagið«. Stöngin þolir því jafnmikla sveigju þó »dauða lagið« sje tekið burt,

ef sjeð er um að efra og neðra borð sje í góðu sambandi hvað við annað og í sömu fjarlægð hvort frá öðru. Þótt miðlagið sje tekið burt er stöngin jafnstærk, en vjer höfum sparað efni. Samtengingin milli efra og neðra borðs getur verið margvisleg, en húsasmiðir viðhafa járnbjálka, er lita út sem I sjeu þeir skornir þvert yfir. Efri bjálkinn heitir »höfuð« en neðri bjálkinn »fótur« og miðparturinn, er tengir þá saman, er nokkurskonar uppfylling og má vera þunnur. »Uppfyllingin« þarf ekki að vera á miðjunni, en má vel vera til annarar hvorrar hliðar. »Uppfyllingarnar« geta og verið tvær, og þá lítur bjálkinn út sem ferstrendur stokkur. »Uppfyllingin« þarf öldungis ekki að vera sjerlega sterk. Í plönturíkinu eru stoðvefirnir »höfuð« og »fótur«, en uppfyllingin stuttafrumuvefir eða leiðistrengir.

Bjálkarnir eru því sterkari sem »höfuð« og »fótur« eru veigameiri og eftir því sem lengra er milli þeirra eða eftir því sem fjarlægðin frá »dauða laginu« er meiri. Það er því augljóst hve heppilegt það er að stoðvefir plöntunnar er nálægt yfirborðinu, þegar um er að gera að þola sveigju.

Þá er eftir að geta um hvernig byggingarháttum þessum er varið í plöntulíkamanum. Hinum ýmsu plöntuhlutum má skifta í flata og sívala limi, þ. e. blöð og stöngla og greinar.

Blöðin. Bjálkinn, sem vjer gátum um að væri I-lagaður, getur aðeins staðist sveigju í eina stefnu, eða í þá stefnu sem fellur saman við lengdarstefnu »uppfyllingarinnar«. Um blöðin er svipað að segja; þau þola aðeins sveigju í eina átt. Vjer gátum þess fyr að blöðin væru brotin á ýmsan hátt, og skiljum vjer nú

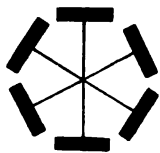


132. mynd. Þverskorið blað; x, viðarstrengir; ph, sáldvefir; SB, bast; Koll, pykkhyrindar frumur. (E. W.)

betur, að það miðar til að gjöra blaðið sterkara til að þola að beygjast. Stoðvefunum er og þannig skipað í blaðinu, að strengirnir liggja hver andspænis öðrum og svara þannig til »höfuðs« og »fótar«, en á milli þeirra eru aðrir vefir sem uppfylling. Bastið í blöðunum liggur utanvið leiðistrengina, en aðrir stoðvefir (t. a. m.

þykkhornavefir) eru nálægt yfirborði plöntunnar. Á 132. mynd er sýnt hvernig stoðvefunum í blaðinu er miðurraðað. Neðan á miðju blaðinu er allmikill vefur samsettur af þykkhyrndum frumum og ofantil í blaðinu er samskonar vefur miklu þynnri. Í miðjunni er leiðistrengur og neðanvið hann bastlag í hálfhring (SB á 132. mynd). Samskonar bastlag er og neðanvið minni leiðistrengina.

Stönglar og greinar eru sívalar, og verða að þola sveigju í ýmsar áttir. Þar sameinast því ýmsir »bjálkar« um sameiginlegt »dautt lag«; Á 133. mynd eru sýndir þrír bjálkar og geta þeir veitt mótstöðu gegn sveigju í sex áttir. Sjeu nú »höfuð« og »fætur« bjálkanna sameinaðir hvor við annan, er auðskilið að vel má taka uppþyllinguna burt, án þess saki að nokkru. Þá höfum vjer fyrir oss sívalan stökk, sem er jafnsveigjufastur í allar áttir, en mótstaðan er komin undir vídd stokksins og þykt veggjanna og þar að auki er mikið komið undir efni veggjanna.



133. mynd. Sjá textann.

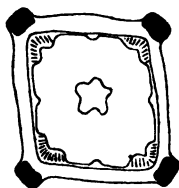
Holir stönglar eru mjög algengir í plönturíkinu. Mergur er í miðju margra stöngla, en eigi styður hann þó stönglana að neinu gegn sveigju. Mergurinn hefur þó nokkra þýðingu fyrir lengdarvöxt ungra stöngla, og hverfur oft með öllu síðar. Í mörgum holum stönglum eru þó þverveggir hingað og þangað og stuðla þeir að því að gjöra stönglana sterkari og hindra að þeir breyti lögun þó þeir sveigist. Pálmastofnarnir eru og, að því er sveigjumagn snertir, líkastir holum stönglum. Þó eru þeir ekki holir, en leiðistrengir og stoðvefir þeirra eru þjettastir nálægt yfirborðinu og oft samtengt með trjávef; í miðju stofnanna eru leiðistrengirnir miklu gisnari og vefirnir milli þeirra þunnveggjaðir.

Stofnum tvíkímblaða plantna svipar allmjög til pálmanna í þessu tilliti. Ungum greinum svipar allmjög til holra stöngla, því þær hafa í sjer allmikinn merg, en eftir því sem trjeð vex koma ávalt ný og ný trjálög (árshringir) utanum stofnana og greinarnar, og það eru einmitt þessi lög, sem veita mesta mótstöðu móti sveigingunni. Innri lögin eru með öllu óþörf í digrum stofnum, enda er það altítt, að holir trjástofnar standa mætavel.

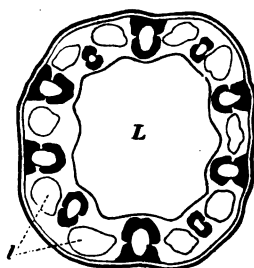
Það er sparnaður fyrir plöntuna, að stönglarnir eru holir einsog auðskilið er, enda er það og altítt í dýraríkinu að beinin

eru hol; bæði í dýra- og jurtaríkinu kemur því í ljós sú meginregla, að hafa bygginguna sem traustasta með sem minstu efni.

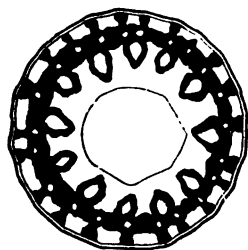
Á 134—137. mynd er sýnt hvernig stoðvefum sumra plöntutegunda er niðurskipað í stönglinum. 134. mynd sýnir varablómategund; stöngullinn er skorinn þvers; hann er ferkantaður. Í hverju horni eru allgildir stoðvefjastrengir myndaðir af þykkhyrndum frumum. Á 135. mynd eru sýndir sex stórir leiðistrengir og 4 litlir (L og l eru loftholur). Hver leiðistrengur er varinn að utan- og innanverðu með allþykku bastlagi; til hliðanna eru þeir ekki basti varðir, en standa í beinu sambandi við vefina umhverfis; þar



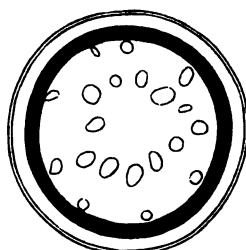
134. mynd. Sjá textann.



135. mynd. Sjá textann.



136. mynd. Sjá textann.



137. mynd. Sjá textann.

er því opin leið fyrir næringarstrauminn. Á 136. mynd er sýndur þverskurður af grastegund; þar eru leiðistrengirnir algjörlega umgirtir basti og þarðauki er þar samhangandi basthringur, en útfrá honum liggja bastálmur útávið. Á 137. mynd er sýndur þverskurður af plöntustöngli, þar sem basthringurinn er sjálfstæður og laus við leiðistrengina algjörlega. Þessi lögun stoðvefja er hin allra haganlegasta fyrir plönturnar til að þola sveigju, því bastið myndar samhangandi pípu upp gegnum stöngulinn.

Dráttfastir plöntuhlutar. Rætur og jarðstönglar eru niðri í jörðinni og er því ekki hætt við að sveigjast, en þesskonar plöntuhlutar verða að geta þolað að í þá sje togað allmikið. Þegar vindurinn t. a. m. sveigir stöngul plantnanna fram og aftur, togar hann í rótina (og jarðstönglana). Rætur (og jarðstönglar) verða því að vera svo bygðar, að þær þoli þessháttar afraunir. Stoðvefjum rótanna er því alt öðruvísi fyrir komið en í stönglunum. Í stönglunum voru strengirnir aðskildir og lágu að mestu leyti nærri yfirborðinu, einsog getið var. Þessháttar bygging væri ekki heppileg fyrir ræturnar, því væru strengirnir lausir hver við annan, mundi einhver þeirra eða fleiri slitna þegar rótin væri togað. Stoðvefjum rótanna er og þannig fyrir komið, að þeir sameinast í allmikinn streng venjulegast í miðju rótarinnar og rætur hafa því nálega aldrei merg í miðjunni.

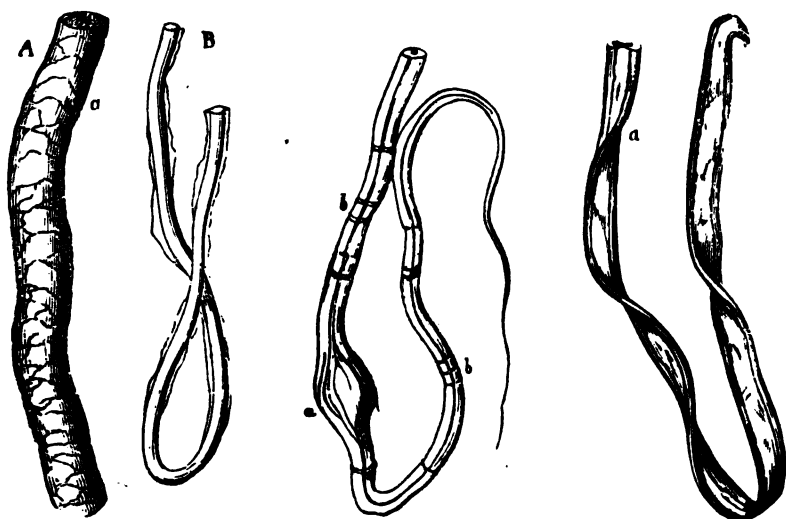
Þá eru sumir plöntuhlutar algjörlega án stoðvefja og má þar til nefna fræin og kartöfluna o. a. fl. Kartaflan liggur laus í moldinni og þarf því ekki á neinum stoðvefjum að halda. Fræin þurfa ekki heldur neinna stoðvefja við, enda eru þau og venjulegast án stoðvefja, ér frá eru skilin fræ með skurni af steinfrumum.

Stoðvefir plantnanna eru notaðir á ýmsan hátt til iðnaðar, einkum bastið. Bast er haft í ýmsa vefnaðarvöru og þarað auki er ýmislegt fljettað af basti. En fyrst verður að hreinsa bastið og taka burt alla aðra vefi, sem við það hanga, ná úr því trjáefninu að svo miklu leyti sem unt er, því að þá er bastið miklu voðfeldara. Ýmsar aðferðir eru til alls þessa og skal þó ekki farið frekar út í það efni.

Af tvíkímblaða plöntum er stöngulbastið einkum viðhaft, en blaðbastið er ofstutt í sjer sökum lögunar blaðanna. Af plöntum, sem bast fæst úr má nefna til dæmis: hörplöntuna (af henni er unnið lín) og stórnetlu (netludúkur). Af einkímblaða plöntum er blaðbastið einkum notað til iðnaðar, en bast þessara plantna er oftast nær umhverfis leiðistrengina og er því venjulega ómögulegt að skilja bastið frá þeim. Bast sumra tegunda er notað til pappírsgerðar (Espartogras). Bast ýmsra annara tegunda er notað ýmislega í bönd og kaðla (strákaðall).

Þar að auki er ýmislegt annað úr plöntu- og dýraríkinu notað í vefnaðarvöru og má þar til nefna: baðmull (138. mynd, D), fræull baðmullarplöntunnar; fræullin er samsett af loftfýltum

hárum og eru þau 2—4 cm. að lengd. Hárin eru aðeins ein fruma, fremur þunnveggjuð og holstór. Þau eru snúin hvert um annað, þegar þau eru þur, og líta þá út svipað og örlitlir vindlar. Hár þessi hafa korku, en hana er aldrei að finna hjá bastfrumum. Silki (138. mynd, B) er storknaður dýravökvi og litur út sem óskipulega kantaðir þræðir. Sje silkiþræðir lagðir í klórsinkjoð



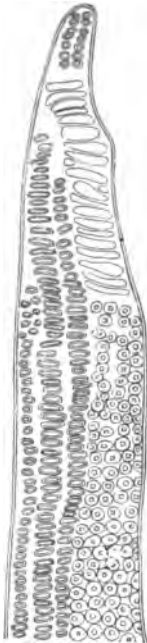
138. mynd. Partur af ullhári (A), silkiþræði (B), hör (C) og baðmull (D) ($2\frac{1}{2}^{\circ}$).

verða þeir gulir að lit, en bast samsett af hreinu frumuefni verður bláleitt í klórsinkjoði. Ullhár eru samsett af mörgum hornkendum yfirhúðarfrumum. Þau eru sívöl og hreistruð utaná, og verða gul í klórsinkjoði (138. mynd, A).

11. Leiðivefir.

Næringarefnin eru á sífeldri rás í plöntulíkamanum frá einni frumu til annarar og oft flytjast þau langar leiðir. Rótin sýgur t. a. m. í sig vatn með uppleystum næringarefnum úr moldinni, og það fer um alla plöntuna, til efstu greina og allra blaða. Þegar um há trje er að ræða, er augljóst að vatnið leiðist langan veg, frá rót til efsta topps. Annar næringarstraumur liggur frá blöðunum til hinna ýmsu parta líkamans, er næringar þurfa,

t. a. m. til brumknappa, vaxandi aldina, forðaróta, forðastöngla o. s. frv. Fari næringarstraumurinn í ákveðna átt verða frumurnar venjulegast langdregnar í sömu stefnu, og greiðir það götu straumsins, því leiðin er því greiðari sem fruman er lengri. Sjást það greinilegast á leiðistrengjunum eða leiðipípunum, þ. e. pípum með sjerstakri byggingu til flutnings á næringarefnum. Leiðipípunar standa í sambandi hver við aðra einsog æðarnar í líkama dýranna og mynda samhangandi kerfi um allan líkama plöntunnar. Leiði-



139. mynd. Stigapípa. Öðrum megin (hægra megin) eru holurnar kringlóttar, en hinum megin langdregnar og raðað líkt og höft í stiga.

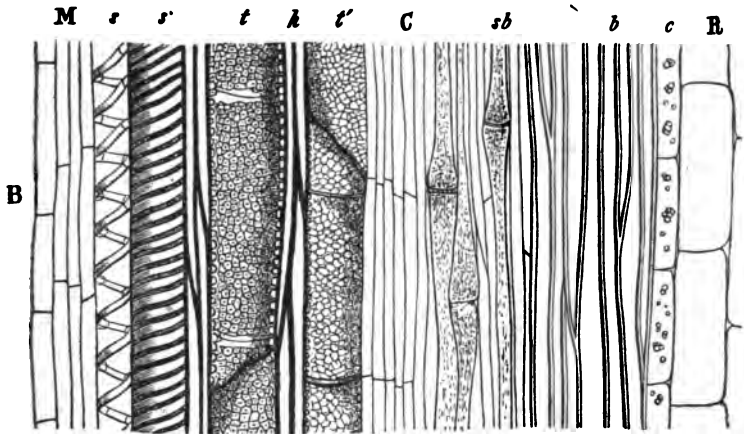
pípur eru aðeins í líkama háplantanna og eru þá kallaðar strengir eða leiðistrengir og taugar í blöðunum (sjá 17. bls.). Leiðistrengirnir eru samsettir af löngum frumum í sumum plöntutegundum, en í blómplöntum, burknungum o. fl. eru leiðipípur; þær eru sumpart viðarpípur til vatnsflutnings og sumpart sáldpípur, er flytja eggjahvítuefni og þessháttar.

Vatnspípur eru tvenskonar: viðarpípur og viðarfrumur eða einfruma vatnspípur með sjerstakri byggingu. Aðalmunurinn er að viðarpípunar eru samsettar af mörgum frumum hverri uppaf annari og verða oft mjög langar, alt að því nokkurra metra langar, en hinar eru aðeins ein langfruma. Að því er bygging veggjanna snertir, svipar báðum saman. Viðarpípunar eru miklu víðari en vatnsleiðifrumurnar og þær eru víðari en nokkur önnur pipa í plöntulíkamanum.

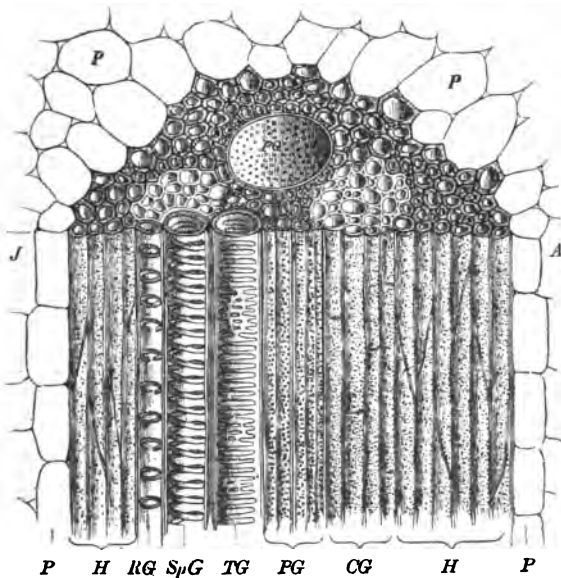
Viðarpípunar eru samsettar af liðum. Hver liður er ein fruma og standa þær hver upp af annari einsog getið var. Venjulegast er, að vel má greina liðina jafnvel á gömlum viðarpípum. Leiðipípan myndast á þann hátt, að veggirnir milli frumanna rofna að meira eða minna leyti. Sjeu þverveggirnir lárjettir, borið samanvið lengdarstefnu pípunnar, kemur á þá stórt, kringlótt gat, en sjeu þeir mikið á ská, koma á þá mörg göt eða þó venjulegast samsíða þverrifur með svipaðri skipan sem höft í stiga (139. mynd). Vatnspípunar eru með öllu dauðar og innihalda vatnskenda vökva eða loft.

Veggir vatnspípanna eru ávalt af trje og misþykkir, og ýms

nöfn eru þeim gefin eftir lögun og skipan hinna þykku vegghluta. Hringpípur er kallað, þegar þykku hlutarnir eru að lögun sem



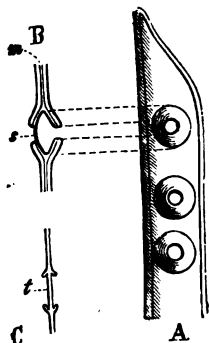
140. mynd. Leiðistrengur skorinn að endilöngu; s, skráfpípur; t, hringeygðar pípur; h, viðarfrumur; C, ungvæfur; sb, sáldpípuvæfur; b, bast; e, sterkjusliður; R, börkur. (Prantl).



141. mynd. Þverskorinn og langskorinn leiðistrengur. P, stuttfrumuvæfur utanum strenginn; H, bastfrumur, er lykja utanum strenginn; RG, hringpípa; Sp G, skráfpípa; TG, stiga-pípa; PG, netpípur; CG, sáldpípuvæfur; J veit að mergnum; A að berkinum.

hringir innan á pípuveggnum þvert yfir og milli hringanna þunnir vegghlutar. Skrúfpípa er kallað, þegar listarnir innan á pípuveggnum liggja í skrúfugangi. Skrúfgangurinn er mismunandi brattur; brattastur er hann í elstu pípum leiðistrengsins (140. mynd, s), er komnar voru fram meðan lengdarvöxtur átti sjer stað í strengnum. og hefur skrúfgangurinn tagnað um leið og pípan lengdist. Skrúfpípan s' á 140. mynd er yngri en s, enda er skrúfgangurinn hvergi nærri eins brattur. Skrúfgangurinn er ekki fastur við veggina alstaðar og losnar auðveldlega við þá, þegar plantan er dauð.

Skrúfpípunar myndast einkum í ungum plöntuhlutum, en þegar lengdarvöxturinn er hættur, koma fram annarskonar vatns-pípur og eru þeirra helstar netpípunar. Í þeim er listunum innan á raðað þannig, að því er líkast sem þar sje riðið upphleyp net, þunnu vegghlutarnir (holurnar) eru möskvar. Ein tegund netpípa er stigapípan (139. mynd). Þá eru hringeygðu pípunar 140. mynd, t, t'; 142. mynd A, B, C).



142. mynd. Hringeygð víðarfruma úr furu. A er endi frumunnar, á hliðinni eru þrjú augu; B, veggurinn skorinn þversum; m, miðlagið; s, holuhimnan; c, samskonar hola á yngri aldurskeiði. (Prantl).

líta út einsog tveir hringir hver innaní öðrum þegar litið er utaná vegginn (142. mynd, A). Það orsakast af því að holuopið er þrengra inn að frumuholinu, en víkkar, er inn í vegginn dregur (142. mynd, B); innri hringurinn sýnir vídd holunnar þar sem hún er þrengst, en ytri hringurinn þar sem hún er víðust. Holur tveggja nábuáfruma standast á eins og vant er, og báðar til samans eru þær að lögun sem tvíkupt gler. aðgreint í miðjunni af einskonar himnu, sem er þykkust um miðjuna og þynst út við rendurnar.

Yngstu og víðustu pípunar í leiðistrengjunum eru venjulegast netpípur eða holupípur. Viðarpípunar eru einkum í stönglum plantanna, og er það í samræmi við að þar er aðalvegurinn fyrir vatnsleiðsluna, en einfruma vatnspípur eru einkum í finni blaðtaugunum. Í stofnum barrviðanna eru einungis einfruma leiðipípur.

Vatnspípunar hafa þýðingu fyrir plöntuna í tvennu tilliti. Fyrst og fremst leiða þær vatn um líkama plöntunnar og þarnæst eru þær og geymslustaður fyrir vatn. Innihald þeirra er vatn eða loft, eða bæði loft og vatn. Pípur þessar eru með öllu dauðar og verða

því að vera svo sterkbygðar að þær geti staðist vökvæpenslu vefjanna umhverfis. Stundum er innihald þeirra þynt loft, einkum þegar vatnsinnihaldið eimist, og þá reynir hvað mest á pípuveggina einsog auðskilið er. Það er því augljóst, hve afarnauðsynlegt það er að veggirnir sjeu sterkir, en á hinn bóginn verða þeir og að vera þunnir á bili, svo vatn komist gegn um þá til vefjanna umhverfis; því eru þeir ekki jafnþykkir alstaðar, einsog getið var um.

Elstu viðarpípurnar eru þrengstar og þunnveggjaðastar, en hinar yngri eru víðari og um leið miklu þykkveggjaðri. Viðarpípurnar hafa auk vatnsleiðslunnar aðra þýðingu fyrir plöntuna, nefnilega svipaða þýðingu og stoðvefirnir.

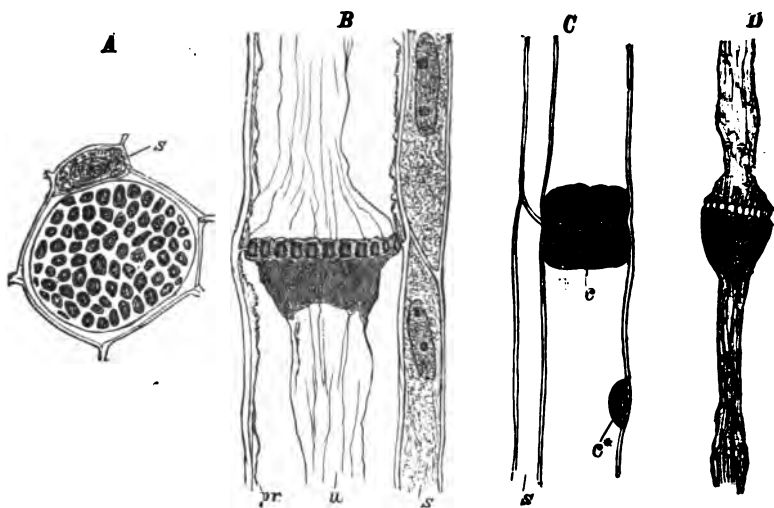
Viðarpípurnar eru langvíðastar í ýmsum vafningsplöntum, því stofnarnir eru grannir en mjög langir; því er nauðsynlegt að vatns-pípurnar sjeu sem víðastar. Pípur þessar eru svo stórar, að þær sjást greinilega með beru auga t. a. m. í spansreyr, vínvið, humli o. fl. Vatnspípurnar eru auðvitað þrengstar og þroskaminstar í plöntum þeim, sem lítið þurfa að halda á vatnsleiðslu, t. a. m. í vatnaplöntum.

Sáldpípur eða eggjahvítupípur. Sáldvefirnir mynda og einskonar strengi og eru sumpart samsettir af lifandi langfrumum og sumpart af sáldpípum. Leiðipípur þessar eru einkum til flutnings á eggjahvítuefnum, eða geymslustaður fyrir þau og ýms önnur efni.

Sáldpípur í ein- og tvíkímblaða plöntum myndast á svipaðan hátt og viðarpípurnar, og eru samsettar af liðum, en hver liður er ein fruma og stendur hver upp af annari. Þær myndast þannig að móðurfruman deilist í 3—4 þröngar frumur, aukafrumurnar, og eina víða frumu eða liðinn í sáldpípunni; þá koma mörg göt, strend eða kringlótt, á þverveggina milli liðanna, svo innihald hvers þeirra stendur í nánú sambandi við innihald hins; þá eru þverveggirnir kallaðir sáldfletir af því þeim svipar til sálts, að því er eygingu snertir. Eigi er þó svo að skilja að sáldveggirnir sjeu eiginlegar síur eða sáld, er hreinsi innihaldið, heldur er þýðing gatanna yfirleitt sú, að greiða rás næringarefnanna um pípunna til annara vefja og frá. Stundum eru og sáldfletir í hliðarveggjunum.

Sáldpípur burkunga og berfrævunga eru mjög liðalangar og aukafrumur eru þar engar. Þeim svipar að ýmsu leyti til hinna einfruma vatnspípna, og er einkum að finna í sömu plöntuflokkum.

Sáldfletirnir eru með mörgum götum hingað og þangað, en oft eru þó götin mörg saman í smáhópum og heilt á milli hópanna. Götin eru kringlótt eða strend og fóðruð að innanverðu af sjerstöku efni, er kalla mætti sáldloku. Efni þetta er og á þverveggnum til beggja hliða, á milli gatanna. Mismunandi mikið er af efni þessu í sáldpípunum, og fer það eftir árstíðum og aldri pípunnar. Í sáldpípum margra fjölærra plantna fer efni þetta að vaxa er vetra fer, og lokar þá götunum í sáldfletinum (143. mynd. C), svo hinir einstöku liðir pípunnar eru ekki í beinu sambandi



143. mynd. Smápartar af sáldpípum; A, sáldfletur að ofan; B, langskorin sáldpípa; pr, veggfrymi; u, slímstrengur; C, langskorin sáldpípa með sáldloku (c), sjá textann; c* er sáldfletur með sáldloku í hliðarveggnum; D, innihald tveggja liða eftir að veggurinn er tekinn burt, sjá textann; s, aukafrumur.

(Strasburger).

hver við annan að því er innihaldið snertir. Þegar vorar fer efnið, sem fyllir götin, að leysast upp, og götin opnast, svo næringarstraumurinn hefur greiða götu. Í gömlum sáldpípum eru götin algjörlega lokað af sama efni.

Veggir sáldpípa og sáldvefja yfirleitt eru þunnir og samsettir af hreinu frumefni, og þar ekki heldur nein sjerleg þörf á sterkum veggjum, því innihald þeirra hefur vökvapenslu og þar að auki eru stoðvefir oftast nær samfara sáldvefjunum.

Sáldpípur og aukafrumur eru lifandi, einsog tekið hefur verið

fram. Aukafrumurnar hafa bæði frymi og kjarna og innihald þeirra er dökkleitara en innihald sáldpípnanna; þær hafa ekki sterkju í sjer. Liðir sáldpípnanna hafa veggfrymi með hvítum litberum; kjarninn hverfur tiltölulega snemma, en þrátt fyrir það er hver liður lifandi. Innihald þeirra er eggjahvítukent slím, og oft eru lítil sterkjukorn í þeim. Allir liðirnir eru í sambandi hver við annan. Sjeu veggirnir uppleystir t. a. m. með brennisteinssýru, sjást hinir örfinu þræðir greinilega, er liggja um götin frá einum lið til annars (143. mynd, D).

Auk blómplantna og burknunga hafa og ýmsir aðrir plöntuflokkar sáldpípur, t. a. m. hinir stórvöxnu brúnþörungur og rauðþörungur, sumar mosategundir og jafnvel einstaka sveppir (t. a. m. húsasveppurinn).

Mjólkurpípur, Margar plöntutegundir hafa í sjer mjólkursafa. Hann er venjulegast hvítleitur, en stundum gulur eða rauðleitur. Mjólkursafinn er í ákveðnum pípum og kvíslast þær venjulegast um alla plöntuna. Mjólkurpíurnar eru annaðhvort í sjálfum leiðstrengjunum eða venjulega utanvið, og þá samsíða og næst sáldvefnum. Veggirnir eru þunnir og ávalt samsettir af hreinu frumefni. Mjólkurpíurnar eru lifandi og hafa marga kjarna. Þær eru tvenskona, sumpart liðaðar, þ. e. samsettar af mörgum frumum, og sumpart liðalausar eða einfruma (mjólkurfrumur). Liðuðu píurnar eru margkvíslaðar; greinarnar renna hver í aðra og mynda einskonar net í plöntunni. Mjólkurfrumurnar eru og margkvíslaðar, en greinarnar renna þó ekki saman.

Mjólkurpípur eru aðeins í fáum plöntuættum, til dæmis má nefna draumsóleyjarættina (draumsóleyjartegundir), körfublómin (fífill o. fl.) o. a. fl.

Þegar plöntuhluti með mjólkurpípum særist, streymir mjólkursafinn út, því bæði er vökvaþensla í sjálfum pípunum og þaraðauki þrýsta vefirnir í kring að þeim.

Mjólkursafinn er samsettur af ýmsum efnum; mestur hluti hans er vatn, en ýms önnur efni eru annaðhvort uppleyst í því eða sveima þar sem örsmáar kúlur, t. a. m. sykur, gúmmí, kátsjúk, fita, sterkjukorn (í einstaka tegundum) o. fl. Mjólkursafi sumra tegunda er mjög mikilvægur með tilliti til iðnaðar, af því hann inniheldur mikið kátsjúk og gúttaperka. Tegundir þessar vaxa í heitum löndum, einkum í Austur- og Vesturálfunni. Mjólkursafi sumra tegunda er notaður til meðala; ópum t. a. m. er upp-

þornaður mjólkursafi úr óþroskuðu aldinhyði á ákveðinni draum-sóleyjartegund. Uppþornaður mjólkursafi ýmsra annara tegunda er einnig notaður til meðala.

Hverja þýðingu mjólkursafinn hefur fyrir líf plöntunnar er ekki með öllu kunnugt; ýmislegt bendir þó á, að mjólkurpípurnar stuðli að flutningi næringarefna í plöntulikamanum.

Leiðistrengir. Það er algengast að vatnspípur og sáld-pípur eru í einum streng, og eru þær þá tengdar saman með annarskonar vefjum. Strengir þessir eru því ósamkynja að sam-setningu. Þeir eru aðalbrautirnar fyrir næringarstrauma plöntunnar, og eru venjulega mjög kvíslaðir, einkum margar blaðtaugar. Mjólkurpípurarnar eru þó venjulega utanvið strengina, einsog getið var um. Þó virðist nokkuð samband vera þar á milli.

Ósamkynja leiðistrengir eru því þannig samsettir, að vatnspípurarnar eru inst (140. mynd, C), þá er unguefur, utanvið hann eru eggjahvítupípurarnar og aukafrumur þeirra (140. mynd, sb). Þaraðauki eru stuttfrumuvefir í strengjunum, og er ætlunarverk þeirra og að flytja og geyma næringarefni, einkum sykur og örsma sterkjukorn. Oft eru stuttvefir þessir einsog nokkurskonar slíður utanum strengina, t. a. m. taugaslíður í blöðum og sterkjuslíður (140. mynd, e). Stundum eru sáld- og vatnspípur hvorar fyrir sig sjálfstæðum strengjum, og mætti kalla þá samkynja leiðistrengi. Þeir eru einkum í rótum.

Þá eru og bastfrumur og viðarfrumur til stuðnings, annaðhvort á milli leiðipípanna eða utanum strengina sem stoðslíður.

Þá er eftir að geta um slíðurtegund eina, er stundum lykur um leiðistrengina, einn eða alla. Frumurnar eru langdregnar stuttfrumur og veggirnir eru talsvert korkkendir, þó eru frumur á ákveðnum stöðum í slíðrunum korklausar; þær eru leiðifrumur, þ. e. næringarefnin komast aðeins þar í gegn, því korkkendu veggirnir eru því til fyrirstöðu annarsstaðar. Slíður þessi eru lítið eða ekkert til stuðnings, en aðalstarf þeirra er að beina næringarstraumnum í ákveðnar stefnur.

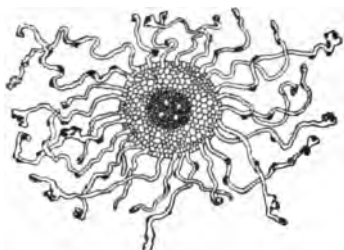
12. Innri bygging rótar og laufsprotta.

A. Rótin.

Að því er innri byggingu snertir líkist hver rótin annari í öllum aðalatriðum, hvort sem um blómplöntur eða burknunga er

að ræða. Rætur tvíkímblaðaðra plantna og rætur barrviða hafa þó það umfram rætur annara plöntuflokkna að þyktafvöxturinn er áframhaldandi; þó má taka undan einstaka tegundir af einkímblaðaða flokknum.

Á 144. mynd er sýndur þverskurður gegnum unga rót. Yst er yfirhúðin með rótarhárunum, þar innanvið börkurinn, en í miðjunni er miðstrengurinn (hann er dekkri á myndinni) og í honum leiðstrengirnir. Þetta eru hinir þrír aðalvefir rótarinnar.



Húðin er aðeins eitt frumlag. Hún er örþunn á ungum rótum og útveggirnir eru annaðhvort alveg eða næstum því korklausir. Oftastnær eru þær frymríkar yfirhúðarfrumurnar. Rótarhár koma þegar fram á þeim þörtum rótarinnar, sem eru að hætta að vaxa á lengdina. Þau myndast þannig, að útveggurinn í húðarfrumunum fer að poka út; þvínæst teygist meir og meir úr honum, þangað til hár hafa náð eðlilegri lögun og fullri lengd. Rótarhár eru venjulegast löng og liggja lárjett út frá rótinni; stundum geta þau verið kvísluð. Þau eru aldrei meira en ein fruma, en frymrík eru þau einsög húðin sjálf. Ysta lagið á rótarhárunum er slímkent og er því einsög þau límist við moldina (sjá t. a. m. 12. og 13. mynd); stundum er moldin jafnvel svo föst við hárin, að vart er mögulegt að þvo ræturnar svo vel, að þær verði hreinar. Stundum beygjast hárendarnir fram og aftur milli moldarkornanna. Rótarhárin og húðin eru mjög skammlíf, og deyja venjulega eftir fáa daga eða fáar vikur, en í staðinn myndast þá annarskonar húðvefur, er stafar venjulega frá berkinum. Á rótum, er halda áfram að vaxa á þyktina, myndast korkvefur þegar húðin deyr.

Börkurinn er samsettur af litlausum stuttfrumum, og venjulegast er þeim mjög skipulega fyrirkomið. Mjög oft deilist börkurinn í útbörk og innbörk. Insta og ysta frumulagið í berkinum er frábrugðið hinum, og nefnum vjer þau innri og ytri barkslíður. Um innri barkslíðrin höfum vjer getið að nokkru allra síðast í kaflanum á undan. Aðalstarf þeirra var að beina flutningi næringarefnanna í ákveðnar stefnur, en þar að auki eru þau oft til

144. mynd. Ungrot þverskorin; sjá textann.

varnar fyrir miðstrenginn, einkum þegar barklagið fellur af, en það á sjer stað á ýmsum grösum og hálfgrösum. Ytri barkslíðrin, eða ysta barklagið, er innanvið yfirhúðina. Vjer nefnum ysta barklagið barkslíður þegar það líkist innri barkslíðrunum að byggingarfari, en það á sjer einkum stað í einkimblaða plöntum. Frumuveggirnir í ytri barkslíðrunum eru oft nokkuð korkkendir og þar eru þá ákveðnar frumur, leiðifrumur, er hafa korklausa veggi. Þegar húð ratarinnar fellur af, taka ytri barkslíðrin að sjer starf hennar.

Á 42. bls. er getið um að ræturnar styttest á haustin þegar laufið eða laufsprotinn er fallinn. Stytting þessi er komin undir innri byggingu ratarinnar yfirleitt, en þó einkum undir barkfrumunum. Það er eðli barkfrumanna að teygjast mest á þvervegin þegar vökvapenslan er á háu stigi, en um leið verður fruman lægri. Á haustin er rótin full af vatni (sjá 42. bls.), þá togna barkfrumurnar á þvervegin og verða um leið lægri og af því styttest rótin.

Miðstrengurinn er samsettur af venjulegum leiðistrengjum og langdregnum stuttfrumum; þar að auki er þar oft bast eða annarskonar stoðfrumur, því stoðvefur ratarinnar safnast saman í miðjuna, einsog getið var um, af því að hún verður að vera dráttsterk. Utanum miðstrenginn, en innanvið innri barkslíðrin, er eitt eða fleiri frumulög, samsett af þunnveggjuðum frumum, er deila sjer. Í þessu lagi byrja allar rôtargreinarnar að vaxa; rôtarsprotarnir og seinni börkurinn myndast einnig í þessu lagi. Rôtargreinar blómplantanna myndast ávalt utan við viðarstrengina; þær eru því í ákveðnum langröðum, og fer tala raðanna eftir tölu viðarstrengjanna. Inni í rôtarstrengnum er leiðistrengjunum raðað í hring, þannig að annarhvor strengur er sáldstrengur og annarhvor viðarstrengur. Milli leiðistrengjanna eru langdregnar stuttfrumur. Í rótum tvíkimblaðaðra plantna eru fáir strengir (2, 3, 4, 5 o. s. frv.) og eru þær þá kallaðar tvístrengjaðar, þrístrengjaðar o. s. frv., þ. e. að segja: þær innihalda 2, 3, 4 o. s. frv. viðarstrengi og jafnmarga baststrengi. Einkimblaða plöntur eru oft fjölstrengjaðar. Ystu leiðistrengirnir eru elstir og hafa þrengstar pípur; þeir vaxa innávið og pípurarnar eru því víðari er innar dregur. Oft vaxa viðarstrengirnir algjörlega saman í miðjunni, en stundum er mergur innan í rótinni eða annarskonar stoðvefir. Sáldstrengirnir eru og elstir yst, en þeir ná aldrei alveg innað miðjunni.

Rætur einkímblaðaðra plantna og burknunga hafa ekki samhangandi ungvæf (sjá síðar) og hafa því ekki heldur áframhaldandi þýktarvöxt, en þær eru fjölstrengjaðar og eru með merg. Rætur tvíkímblaðaðra plantna og berfrævunga hafa ákveðinn ungvæf og halda stöðugt áfram að vaxa á þýktina, en þær eru fástrengjaðar, 2—5-strengjaðar oftastnær.

B. Stöngullinn.

Stöngullinn er yfirleitt samsettur af hinum sömu vefjategundum og rótin, nefnilega húðvef, berki og einskonar miðstreng, sem leiðistrengirnir eru í. Um húðvefina höfum vjer þegar getið á undan. Börkurinn er yfirleitt myndaður af stuttfrumum og þaraðauki eru stundum stoðvefir í honum. Innri og ytri barkslíður með korkkendum veggjum eru sjaldgæf í stönglum en sterkjuslíðrin eru miklu tíðari þar. Miðstrengurinn, eða alt miðbik stöngulsins innanvið börkinn, lykur um leiðistrengina, en milli þeirra eru annarskonar vefir, en utan um alt þetta eru nokkur lög þunnveggjaðra fruma einsog í rótinni, er mynda allþykk-an hring utanum miðstrenginn; stundum verður hringur þessi allur eða nokkur hluti hans að basti, og stundum eru steinfrumur í honum.

Leiðistrengir í stönglum og blöðum eru að því leyti frábrugðnir strengjunum í rótinni að þeir eru ósamkynja, þ. e. sáldpípur og vatnspípur eru sameinaðar í einn streng, en í rótinni voru sáldpípur og vatnspípur hvorar fyrir sig í sjálfstæðum strengjum, einsog getið var um. Oft eru og stoðvefir í sambandi við leiðistrengi laufsprotanna. Leiðistrengir í stönglum og blöðum deilast því í tvent: sáldhlutann og viðarhlutann, eða sáldstreng og viðarstreng.

Sáldstrengurinn er samsettur af sáldpípum (með aukafrumum í ein- og tvíkímblaða plöntum), og stuttfrumuvef; þar að auki eru langar frumur þunnveggjaðar í þeim, er stafa frá ungvæfnum milli viðar- og sáldhlutans. Stuttfrumuvefurinn myndast og af ungvæfnum, þannig að frumur ungvæfsins deilast með þverveggjum; í vef þessum er einkum sykur, sterkja og fita. Frumuveggirnir í sáldstrengjunum eru þunnir, og byggðir af frumuefni, og frumurnar eru allar safamiklar.

Viðarstrengurinn er samsettur af viðarpípum, einfruma leiðípípum og stuttfrumuvef, sem oft hefur trjenaða vegg. Þar að

auki eru þar langdregnar frumur (145. mynd, ef), er stafa frá unguefnum og hafa ekki deilst með þverveggjum. Stuttfrumuvefurinn myndast á sama hátt af unguefnum og í sáldstrengnum, frumurnar standa því í beinum röðum hver upp af annari (145. mynd, hp.); þær eru lifandi og starfa að flutningi næringarefna og geymslu; veggir þeirra eru og holóttir. Oft eru allir vefir viðarhlutans trjákendir, en vatnspípurnar eru það ávalt; stuttfrumuvefurinn er oft ótrjenaður.

Hið venjulegasta er að sáldstrengurinn er utar (nær berkinum) en viðarstrengurinn, en í sumum plöntum eru tveir sáldstrengir í hverjum leiðistreng, annar utanvið en hinn innanvið viðarstrenginn. Stundum eru strengirnir í hring, hver utanum annan, og annaðhvort er þá viðarhlutinn í miðjunni og sáldvefshringur umhverfis hann, eða sáldstrengurinn er í miðjunni og viðarhlutinn í hring þar utan um.

Á 146. mynd er sýndur þverskurður af leiðistreng úr einkimblaða plöntu. Í innri hlíðinni (i á myndinni) eru elstu partar viðarstrengsins og þar eru pípurnar þrengstar, en útávið verður viðarhlutinn stærri ummáls og viðarpípurnar víðari. Utanvið viðarhlutann liggur sáldvefurinn (v, á myndinni).

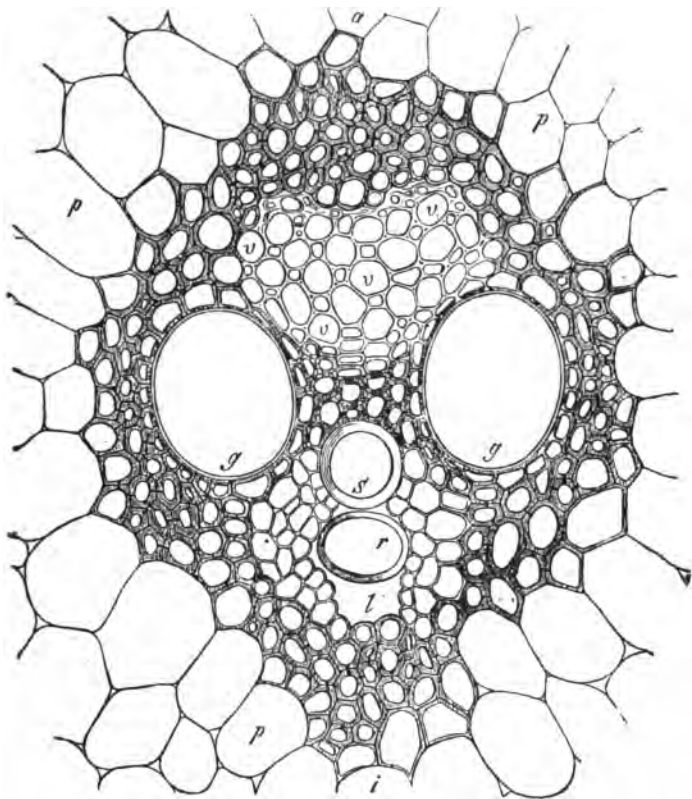
Stundum er unguefur, sem ekki nær útúr leiðistrengnum, milli sáld- og viðarhlutans. Af unguef þessum myndast trjáfrumur innávið og sáldvefur útávið, svo leiðistrengurinn hefur þó nokkurn þyktarvöxt. Unguefur þessi er þó ekki í hinum »lokuðu« strengjum einkimblaðaðra plantna.

145. mynd. hp, stuttfrumur í beinni röð; ef, óskift fruma, gh, þverskift viðarfruma; h, viðarfruma; sjá textann.

(Strasburger).

Skipan leiðistrengjanna. Leiðistrengir eru margvíslega kvíslaðir. Allflestir eru þeir »blaðfars«-strengir, þ. e. strengir sameiginlegir fyrir stöngul og blað. Strengirnir í stönglinum sveigjast útávið gegnum börkinn og þaðan ganga þeir til blaðanna og eru þá kallaðir taugar. Tala þeirra er misjöfn (1, 3, 5 eða margir) eftir stærð blaðgrunnins. Sáldstrengirnir vita ávalt út í stönglunum en niður í blöðunum, einsog eðlilegt

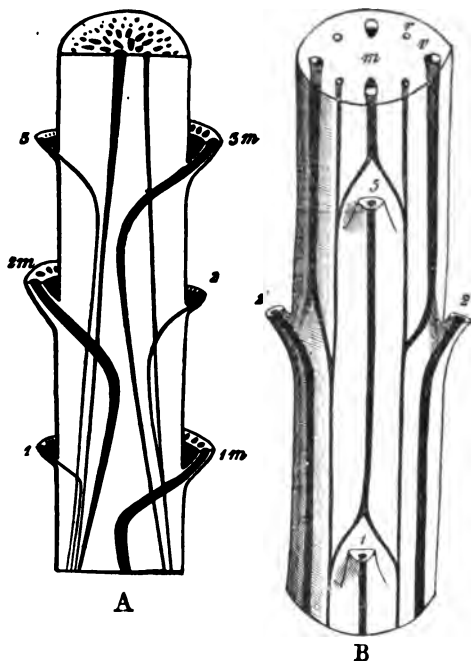
er, þegar strengurinn er sameiginlegur fyrir stöngul og blað. Leiðistrengjum má skipa í tvo höfuðflokka, eftir því hvernig þeim er niðurskipað. Í fyrsta flokki eru einkímblaða plöntur og í öðrum flokki tvíkímblaða plöntur og berfrævingar.



146. mynd. Þverskorinn leiðistrengur úr maísstöngli. *a* er hliðin, sem snýr útávið að berkinum; *i* er hliðin, sem veit innávið í plöntunni; *p-p* er stuttfrumvefur umhverfis strenginn. Í viðarhlutanum sjást hringpípur (*r*), skráfpípur (*s*), tvær stórar holupípur (*g-g*) og milli þeirra netpípur o. fl.; *v-v* eru sáldpípur, en litlu frumurnar milli þeirra eru aukafrumurnar; utan um sjálfan leiðistrenginn er hringur af stoðvef rjett innanvið *p*; *l* er gangur milli frumanna; ($\frac{1}{2}$ 10). (Sachs).

Einkímblaða plöntur. Leiðistrengir þeirra eru dreifðir um allan miðstrenginn (147. mynd, A). Allir eru þeir blaðfarsstrengir, því allir ganga út til blaðanna, og það stundum hundruðum saman þegar blöðin eru breið og fjöltauguð. Frá blöðunum liggja

strengirnir í stórum bug hjerumbil inn í stöngulinn miðjan, þa beygja þeir aftur útavið og niður, og nálgast meir og meir yfirborðið, uns þeir að lokunum renna saman. Í millibilunum milli leiðistrengjanna eru stuttfrumuvefir, en enginn eiginlegur mergur er fyrir hendi. Í grastegundum eru strengirnir nokkurnvegin beinir og er ástæðan til þess sú, að stöngulliðirnir eru bæði langir og holir.



147. mynd. A er langskorinn pálmastofn. Blöðin eru greipfætt og sama blaðið sjest því til beggja hliða (1—1, 2—2, 3—3); m er miðflötur blaðsins að endilöngu. B er stöngull af tvíkímblaðaðri plöntu (fræhyrnu). Blöðin eru mótstæð. Leiðistrengir eru 8 og er þeim skipað í hring (4 eru digrir en 4 grannir), viðarhlutinn er svartur en sáldhlutinn hvítur. Einn strengur gengur til hvers blaðs og skiftist í tvent ofanvið blaðið, sem er beint niðurundan, strengur þriðja blaðsins kvíslast t. a. m. ofanvið fyrsta blaðið; r, börkur; v, merggeislur.

Tvíkímblaða plöntur og berfrævungar. Leiðistrengjunum er skipað í hring, og eru allir hjerumbil jafnlangt frá yfirborði stöngulsins (147. mynd, B). Þeir kvíslast allmjög og nábúastrengir standa hver í sambandi við annan. Leiðistrengirnir eru því líkastir

hringofnu neti í stönglinum; innaní netinu er mergurinn, og er hann samsettur af stuttfrumum, en í möskvum netsins eru hinir upprunalegu merggeislar. Þannig er strengjunum skipað í allflestum tvíkímblöðungum og berfrævingum, og þar við má bæta elftingum o. fl. Skipan strengjanna er mjög breytileg og fer það einkum eftir tölu þeirra og kvíslingarfari.

Skipan strengjanna í burknategundum líkist allmikið síðasta flokknum, en þeir eru oft einkennilega lagaðir (þverskurðurinn W-eða S-lagaður) og hafa eigin slíður.

Nytsemi kvíslingarinnar. Þegar vegir eru lagðir um hjeröð er þess ávalt gætt, að þeir standi í sambandi hver við annan, og vegir landsins mynda einskonar veganet á yfirborðinu. Sama er að segja um æðar dýranna og leiðistrengi plantnanna. Hvorttveggja myndar einskonar net, sem kvíslast um allan líkamann. Leiðistrengir plantnanna flytja næringarefni um stöngulinn til blaðanna og frá, og hljóta því að vera í sambandi hver við annan til þess að geta fullnægt því starfi.

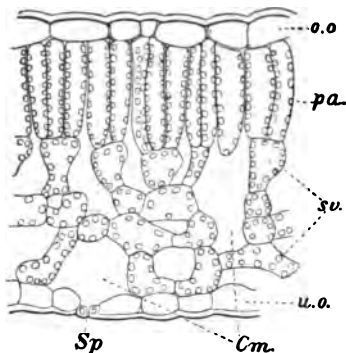
C. Blaðið.

Í blöðum blómplantna og burknunga eru þrenskonar vefir, einsog í rótum og stönglum, nefnilega: húðvefur, leiðistrengir (taugarnar) og þar á milli stuttfrumuvefur eða blaðholdið. Taugar blaðsins allar liggja hjerumbil í sama fleti, en í blaðleggnum er þeim venjulegast skipað í hálfhring, er snýr opinn uppeftir. Í digrum blaðleggjum er strengjunum þó oft skipað í hring og stundum (t. a. m. í skýlublómum) eru þeir á víð og dreif. Yfirleitt er skipan strengjanna í blaðleggnum talsvert breytileg, og hún kemur greinilega í ljós í blaðfarinu, þegar blaðið er fallið af, margar tegundir má jafnvel þekkja á skipan strengjanna í blaðfarinu að vetrinum. Í blöðkunni eru strengirnir, einsog tekið var fram, í sama fleti, og þar kvíslast þeir út um alt, og hver greinin er samtengd annari með finni smátaugum.

Blöðin eru venjulega ójafnbýrt, þ. e. öðruvísi bygð á efra en á neðra borði, einkum blöð þeirra tegunda, er best hæfir meðalhóf að því er hita og þurk snertir. Á þurkplöntum eru blöðin oft jafnbýrt, þ. e. þau eru eins bygð á efra og neðra borði. Yfirleitt er bygging húðarinnar og blaðholdsins mjög breytileg. Skammlíf blöð, t. a. m. krónublöð, hafa bæði þunna húð og óverulegt blaðhold. Hlífarblöð og forðablöð eru bygð alt öðruvísi. Þá er og

hæringin mjög mismunandi, og sumar þurkplöntur hafa vatnsvefi í blöðunum.

Bygging laufblaðsins. Munurinn er allmikill á byggingu efra og neðra borðs í ójafnbyrtum blöðum. Efra borðið er húðþykkra og korkumeira en neðra borðið, og hefur annaðhvort engin eða fá blaðop. Blaðholdið er samsett af þunnveggjuðum stuttfrumum með grænkornum. Næst efra borðinu eru frumurnar talsvert langdregnir sívalningar (auðvitað holir), og köllum vjer



148. mynd. Þverskorið beykiblað; oo, yfirhúð efra borðsins; u, o, yfirhúð neðra borðsins; Sp., blaðop; pa., súlufrumur; sv, lausofni vefurinn; Cm, loftganger. (Strasburger).

þær frumur súlufrumur (148. mynd. pa); þær standa upp á endann á yfirborðinu innanverðu, og innihalda mörg grænkorn, enda eru þær og atorkumestar af vefjum blaðsins til þess að afla fæðu úr kolsýru loftsins. Við neðra borðið er frumuvefurinn mjög lausofinn, því stórir loftganger eru milli frumanna, er standa í sambandi við loftið um blaðopin. Frumurnar innihalda miklu færri grænkorn en í súluvefnum. Bæði sökum þessa og hins, að svo margir loftganger eru innanundir neðra borðinu, er það oftastnær miklu

ljósgrænna og litdaufara en efra borðið. Efra borðið veit og ávalt að birtunni en neðra borðið að skugganum. Lausvefurinn við neðra borðið hefur einkum þýðingu fyrir plönturnar með tilliti til eimingar vatns úr líkamanum, og yfirleitt greiðir hann göngu loftsins inn í plöntuna.

Oft standa efstu súlufrumurnar í smáhópum á einni af neðri súlufrumunum eða á frumu úr lausvefnum (sjá 148. mynd). Frumurnar, sem þær standa á, eru kallaðar söfnunarfrumur, og þær standa oft í svipuðum þyrpingum á öðrum söfnunarfrumum. Þessa niðurröðun skilja sumir þannig, að hún sje til þess gerð að næringarstraumurinn hafi sem beinasta leið frá leiðistrengjunum til súluvéfsins fram og aftur.

Jafnbyrt blöð, eða blöð með sömu byggingu á efra og neðra borði, eru talsvert öðruvísi byggð, og líkjast stundum stönglum að byggingartari. Þesskonar blöð eru einkum á þurkplöntum. Leiði-

strengirnir eru hringsettir eins og í stönglunum og utan við þá er grænvefurinn; lausofni vefurinn og þá líka blaðopin eru í rennunum milli rifjanna en súluvefurinn er í sjálfum rifjunum. Oft er vatnsvefur í miðju blaðsins sem einskonar mergur. Sum stvöl og beinstæð blöð líkjast stönglunum alveg að byggingu.

Taugaslíður. Þau eru alltið einkum í grasategundum og störum og eru tvenskonar. Sum má telja til stoðvefja og eru þau þá samsett af bastfrumum eða svipuðum stoðfrumum. Þau lykja annaðhvort alveg um leiðistrenginn, eða aðeins að ofan og neðanverðu, svo næringarefni geta þá komist leiðar sinnar til hliðanna. Þá er hin tegund slíðranna byggð af þunnveggiuðum stuttfrumum; í þeim eru uppleyst kolvetni, einkum sykurl.

Blaðbygging barrviðanna er nokkuð frábrugðin, en eigi látum vjer það til vor taka.

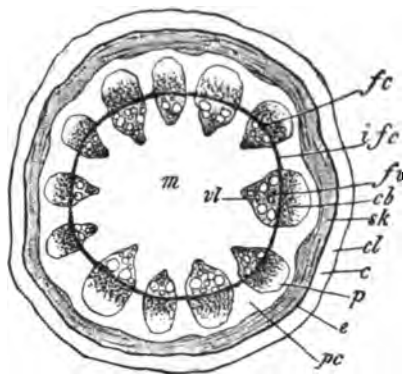
D. Þyktafvöxturinn.

Allar plöntur, allir plöntuhlutar og hver einasta fruma hafa frá byrjun þyktafvöxt. En þyktafvöxturinn er takmarkaður í mörgum plöntutegundum og þær tegundir ná tiltölulega fljótt fullri digurð. Þyktafvöxtur þessi orsakast yfirleitt af vexti frumanna, því þegar frumur deilast með lóðbeinum veggjum í dæturfrumur og dæturfrumurnar vaxa hlýtur ummál plöntuhlutans að vaxa. Þegar frumurnar eru fullvaxta hætta plöntur þessar að vaxa á digurðina, því þær hafa engan sjerstakan ungvaf eða vaxtararinn er orsaki þyktafvöxt, þ. e. þær hafa ekki áfram haldandi eða ótakmarkaðan þyktafvöxt.

Takmarkaðan þyktafvöxt hafa t. a. m. pálmategundirnar. Stofnar þeirra ná tiltölulega fljótt fullum gildleika og þykna ekki að mun úr því, hve gamlir, sem þeir verða. Sama er að segja um stöngla og rætur einkimblaððra plantna og burknunga. Blöð hveirrar plöntu sem er hafa og aðeins takmarkaðan þyktafvöxt.

Ótakmarkaðan þyktafvöxt hafa stönglar og rætur tvíkimblaððra plantna og berfrævunga. Plöntur þessar hafa sjerstakan ungvaf eða vaxtararinn fyrir þyktafvöxtinn. Ungvafur þessi liggur eins og við pípa um allan stöngulinn og rótina frá neðsta grunni til efsta topps. Þegar stöngull eða rót er skorin þversum er ungvafurinn eins og hringur á að sjá (sjá 149. mynd). Ungvafspípan liggur um leiðistrengina endilanga milli viðarhlutans og

sáldhlutans og um merggeislana milli strengjanna. Frumurnar í ungvfspípunni liggja í greinilegum röðum út og inn.



149. mynd. Ung grein þverskorin (§); m, mergur, utan um hann eru 12 leiðistrengir (fv); dökkleiti hringurinn er ungvefurinn (arinn þyktarvaxtarins), er skilur á milli viðarhlutans (vl) og sáldhlutans (cb); með fc er táknaður sá hluti ungvefsins sem er í strengjunum, en sá hlutinn sem er í merggeislunum er táknaður með ifc; p er sáldfrumuvefur; pc er ysta lagið í miðstreng greinarinnar; sk er stoðvefshringur; e, sterkju-sliður; c, börkur, yzti hluti hans (cl) er lifandi stoðvefur (þykkhyrningavefur). (Strasburger).

Af ungvefnum myndast sáldvefur útavið og viðarfrumur innavið og vefir þessir verða því þykkri og þykkri; vefurinn milli leiðistrengjanna (merggeislarnir) vex og bæði útavið og innavið frá ungvefnum. Þannig eykst stöðugt digurð stofna og stöngla og róta.

Þegar stönglar berfrævunga og tvíkímblaða plantna eru orðnir þroskaðir hafa þeir þá samsetning, er nú skal greina:

1. Í miðjunni er mergur (150. mynd, m), er samsettur af þunnveggjuðum stuttfrumum. Mergurinn geymir forða að vetrinum, einkum sterkju; hann eykst

ekki með aldrinum, og er jafnmikill í ungum sem gömlum stöngli, oft hverfur hann með öllu.

2. Utanum merginn er trjeð. Í barrviðum eru engar viðarpípur, en viðurinn er að mestu samsettur af hringebyggðum viðarfrumum og trjákendum stuttfrumum. Stofnar tvíkímblaða plantna eru samsettir af viðarpípum og ýmiskonar trjáfrumum (sjá 145. mynd). Upprunalega liggja frumurnar í beinum röðum út og inn, af því að þær eru myndaðar af ungvfspípunni, og barrviðirnir halda röðunum órugluðum af því þeir innihalda ekki viðarpípur, en í stofnum tvíkímblaðaðra plantna ruglast röðin sökum viðarpípnanna. Þá eru og merggeislir í viði barrtrjáa og tvíkímblaðastofnum.

Yfirbragð og útlit viðarins er mest komið undir merggeislunum, niðurskipan viðarpípnanna og annara viðarfruma og sumpart undir árshringunum.

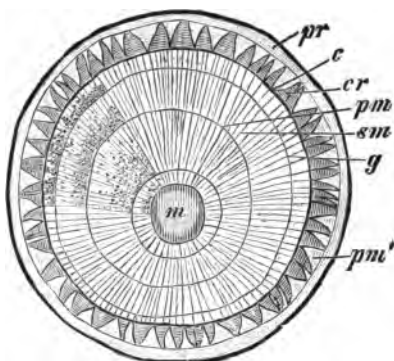
Merggeislarnir eru bygðir af stuttfrumuvef. Þeir eru eins-

og mjóar en langar flögur reistar á rönd í viðnum. Mjög eru þeir breytilegir bæði að þykkt, lengd og hæð. Sumir ná alla leið frá mergnum og út til barkarins, það eru fyrstu geislarnir; sumir ná aðeins innávið að ákveðnum árshringum og útávið að berkinum (150. mynd, sm), það eru seinni geislarnir. Fyrstu geislarnir eru þeir sem lágu milli hinna upprunalegu strengja í stönglinum, seinni geislarnir koma fyrst fram eftir að þyktafvöxturinn er byrjaður, en úr því þeir einu sinni eru myndaðir halda þeir stöðugt áfram að vaxa útávið.

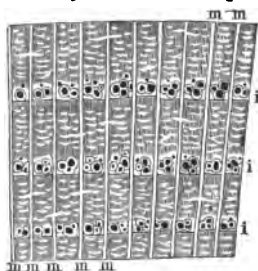
Frumurnar í merggeislunum líkjast nokkurnvegin tígulsteini að lögun og þær eru lengstar í stefnunni út og inn, og bendir það í þá átt að næringarstraumurinn gangi í þá átt um geislana; þar á móti eru trjákindu stuttfrumurnar lengstar í stefnunni upp og niður og þá liggur hendi næst að álykta að næringarfeinin gangi í sömu stefnu. Bæði merggeislir og trjákindi smávefurinn geyma næringarefni að vetrinum, einkum sterkju og fituefni.

Viðarpípunar og aðrar leiðifrumur í viðnum eru og lengstar í stefnunni upp og niður. Veggir þeirra eru af trje enda hafa þær á hendi auk leiðslu næringarefna sama starf og stoðvefirnir. Stuttfrumurnar í viðnum eru og einskonar stoðfrumur þegar veggirnir eru trjákindir (t. a. m. í trjáplöntum), en meðan viðurinn er ungur leiða þær næringarefni eins og getið hefur verið um. Viður plöntunnar hefur þrenskonar störfum að gegna, nefnilega: að flytja næringarefni, geyma næringarefni og styrkja plöntulíkamann yfirleitt.

Allar leiðipípur og leiðifrumur eru bæði í sambandi hver við aðra og í sam-



150. mynd. Þverskorin grein af linditry, 4 ára gömul (f). m, mergur; umhverfis merginn sjást 4 árshringir; g, takmörkin milli árshringanna; pm, fyrstu merggeislarnir.



151. mynd. Þverskorinn viður úr álmi. Í byrjun hvers árshringis eru viðarpípunar stórar (i—i); m, merggeislir. (Frank).

bandi við merggeislana. Þetta samband orsakast einkum af stuttfrumuvef viðarins, er ávalt lykur um viðarpípurnar og er á milli þeirra; hann myndar því einskonar net í viðnum innanum hina eiginlegu stoðvefi.

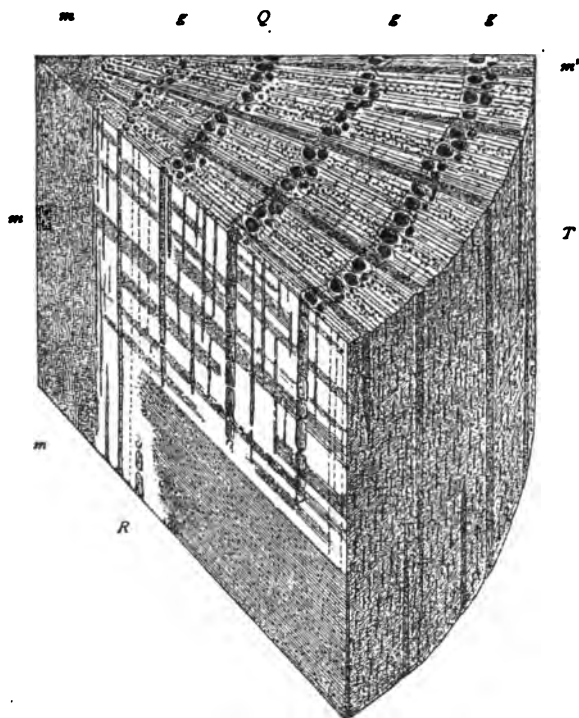
Árshringir. Plönturnar vaxa ekki jafnt á öllum árstíðum; sumar árstíðir (vetur, þurkatíð) eru fullkominn dvalartími alstaðar á hnettinum og þá hætta plönturnar með öllu að vaxa, eða hvíla sig. Þegar fer að vora eða þegar regntíðin byrjar rakna þær úr rotinu og vöxturinn byrjar og heldur þá áfram langt fram á sumar (eða regntíð). Vefirnir, sem myndast fyrst á vorin, eru öðruvísi að lit og byggingu en þeir, sem vaxa síðast á sumrin og sjest það mjög greinilega í trjástofnum. Árshring köllum vjer þann viðarhring, er myndast á einu sumri. Með því að instu lögin í árshringnum eru frábrugðin yztu lögunum er augljóst að takmörkin milli árshringanna eru skörp og má oft greina þau með berum augum. Árshringir eru einnig í berkinum, en þar eru þeir miklu ógreinilegri en í viðnum.

Takmörkin milli tveggja árshringa eru auðvitað þar sem sumarviður innra hringsins og vorviður ytra hringsins mætast. Munurinn er talsverður á sumarvið og vorvið. Frumurnar í sumarviðnum eru flatari, þ. e. minni í stefnuna út og inn í stofninum, oft eru þær og þykkveggjaðri. Viðarpípurnar í sumarviðnum eru litlar og þröngar og vantar alveg stundum, en í vorvið lauftrjáanna eru þær bæði margar og stórar og má stundum greina þær berum augum t. a. m. í eik (152. mynd). Vorviðurinn hefur einkum það starf á hendi að leiða næringarefni um plöntuna, enda er mikil þörf á næringu meðan plantan er á laufgunarskeiðinu; sumarviðurinn aftur á móti er mest til eflingar.

Þykt árshringanna er mjög mismunandi og fer einkum eftir líf skjörum plöntunnar. Venjulegast er að árshringarnir verða t. a. m. þynnri og þynnri eftir því sem norðar eða sunnar dregur á hnöttinn þegar miðað er við hitabeltið.

Sumir hafa skýrt árshringamyndanina á þann hátt að barkþrýstingurinn væri minni innávið að vorinu, af því börkurinn væri þá bæði gamall og rifinn frá vetrinum, en þar á móti átti barkþrýstingurinn að vaxa að sumrinu af því að nýr börkur og safamikill myndaðist. Þetta skildu menn svo að þrýstingurinn hefði þau áhrif á nýju frumurnar að þær yrðu minni að sumrinu. Nú hafa menn sýnt fram á að barkþrýstingin er jöfn vor og sumar og þar

með er þessi kenning fallin. Hitt er auðskilið að munurinn á vorvið og sumarvið stendur í sambandi við það, að plantan þarf á meira vatni og meiri næringu að halda að vorinu meðan hún er að komast í sumargerðið og næringarrásin þarf að vera ör, en til þess þurfa brautirnar, sem næringin fer um, að vera greiðar, þ. e. viðarpípurnar víðar og frumurnar stórar. Þetta mætti því skýra

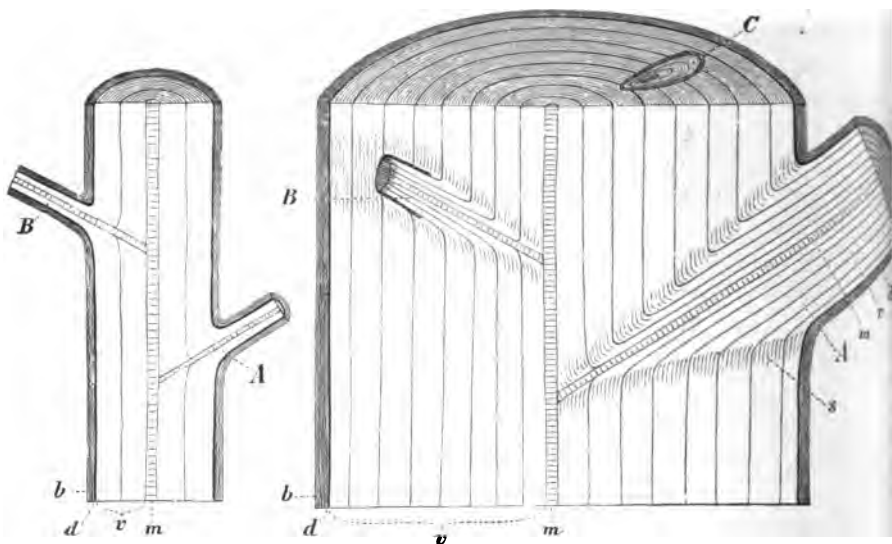


152. mynd. Partur úr eikitrje (§); Í þverskurðarfletinum (Q) sjest mergurinn (m), 5 árshringir með víðum pípum (g) í vorviðnum og litlum pípum (svörtum punktum á myndinni) í sumarviðnum; bæði sjást breiðir (m') og mjóir merggeislar; R er geislaflötur (þ. e. langskurðarflötur er liggur gegnum miðlinu stofnsins). Lá-rjettu rákirnar (mjóar og breiðar) eru merggeislar; lóðbeinu rákirnar eru leiðipípur, liðirnir sjást á stóru viðarpípunum; fínu punktaraðirnar eru stuttfrumur trjávefsins; T, flöturinn sem veit út að berkinum; hin mörgu smástrik eru stuttir merggeislar, en lóðbeinu rákirnar eru stóru geislarnir. (Hempel og Wilhelm).

sem einskonar sambreyting, þ. e. eftir því sem næringarsafinn er meiri og streymir örara víkka leiðipípunar og leiðifrumurnar yfirleitt.

3. Ungvefurinn eða arinn þyktarvaxtarins liggur utanum viðinn einsog við pípa. Frumurnar eru langdregnar, þunnveggiðar og frymríkar. Þær mynda vef innávið og sáldvef útávið. Seinni merggeislarnir vaxa einnig frá ungvefum, og stafa þeir einkum frá frumum, er hafa deilst í margar, hvora upp af annari.

4. Börkurinn. Í mæltu máli kalla menn börk alla þá vef, sem eru utan við ungvef stofnsins. Börk þenna má auðveldlega flysja af trjánum, einkum á vorin, af því ungvefurinn og næstu vefir til beggja hliða eru safamiklir. Börkurinn er mjög ósamkynja og eru helstu partar hans þeir, er nú skal greina:



153. mynd, Til vinstri handar er tveggja ára gömul grein langskorin; hliðargreinar eru tvær; m, mergur; v, viður (2 árshringir); b, börkur; d (dökka línar milli viðarins og barkarins) er ungvefsspípan. Í hverri hliðargrein (A, B) er aðeins einn árshringur, er rennur saman við annan árshring móðurgreinarinnar. Til hægri handar er svipaður langskurður gegnum 8 ára gamlan stofn; m, v, b og d merkja sama og á myndunum vinstra megin. A, hinn fleyglagaði greinarendi (kvistur); B, greinarendi, sem er alveg inniluktur í stofninum; greinin hefur aðeins verið 3 ára, þegar hún brotnaði eða eyddist. C, þverskorinn kvistur. (Samsøe Lund).

Sáldvefsbörkurinn er innst, hann er yfirleitt bygður af sáldvef nýjum og gömlum, og flytur eða geymir (að vetrinum) ýms næringarefni svo sem eggjahvítudefni, kolvetni og fitu. Næringarefnin, sem myndast í blöðunum, fara þaðan um sáldvefsbörkin og komast inn í trjeð um merggeislana.

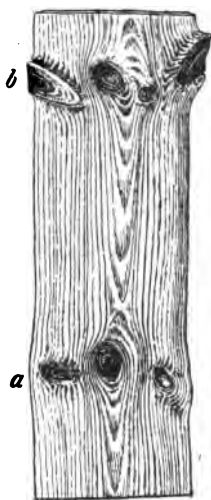
Utan við sáldvefsbörkinn er annað barklag, er stafar frá ystu lögunum í hinum upprunalega miðstreng í stönglinum. Þá er og stundum bast í þessu barklagi. Utan um þetta barklag eru stundum innri barkslíður, en oft vantar þau alveg og þá eru ekki glögg takmörkin útávið milli þessa barklags og hins eiginlega barkar.

Hinn eiginlegi börkur. Hann liggur yst og nær út að húðvefnum. Til hans telst alt sem liggur milli húðarinnar og miðstrengsins (sjá á undan). Hann er bygður af stuttfrumuvef og oft eru stoðvefir í honum og grænvefir (græni börkurinn). Á gömlum stofnum fellur börkurinn af og þá kemur kork í staðinn. Um barkslíðrin hin ytri og innri höfum vér getið fyr.

Yst er húðvefurinn og höfum vjer getið hans fyr. Í sumum trjám nær korklagið svo langt inn að nokkur hluti sáldvefsbarkarins og alt þar utanvið fellur til jarðar.

Kvistir. Kvistirnir eru neðsti parturinn af greinunum, er falinn er í móðurstofninum. Greinendarnir eru einsog fleygur í viðnum og ná alveg inn að fyrsta árshringnum, því þær stafa frá brumi er myndaðist þegar móðurstofninn eða móðurgreinin var á fyrsta árinu. Mergur greinarinnar er í beinu sambandi við merg móðurgreinarinnar og fyrsti árshringur greinar er áframhald af öðrum árshring móðurgreinarinnar o. s. frv. (sjá 153. mynd). Endi greinanna er fleiglagður eða hvassyddur af því að árshringir hennar (og um leið digurðin) verða færri og færri eftir því sem innar dregur í móðurstofninn (153. mynd). Væru engir kvistir í stofnunum væri langskurðurinn mjög óbrotinn að útliti og þá væri þar ekki um annað að ræða en lóðbeina og samsíða árshringa, en sökum greinanna (kvistanna) verða árshringirnir óskipulegri, því þeir verða að beygja sig kringum kvistina (sjá 154. mynd).

Trje klofna ávalt best eftir lengdinni af því að lengdarstefna frumanna yfirleitt er söm og lengdarstefna bolsins. »Umviði« orsakast af kvistunum. Þegar greinar brotna eða falla af öðrum ástæðum verður endinn



154. mynd. Borð úr furu; a og b eru greinkvistirnir efst í årsprotunum. Myndin sýnir hvernig árshringirnir vinda sig utan um kvistina.

(kvisturinn) algjörlega inniluktur í stofninum. Þeir kvistir eru ákaflega harðir.

Viðurinn breytist talsvert eftir því sem stofnarnir verða eldri. Frumurnar verða lengri og víðari. Þetta varir þó aðeins fá ár því þegar frumurnar hafa náð ákveðinni stærð halda þær henni úr því hve gamalt sem trjeð verður. Viðarpípunum er og varið á svipaðan hátt, þær eru þrengstar í elstu árshringunum en verða víðari og víðari í yngri hringunum þangað til ákveðinni stærð er náð.

Þá verður og annarskonar breyting á við margra trjategunda með aldrinum, og liggur sú breyting mest í því, að trjeð deyr að innan jafnótt og bolurinn gíldnar. Dauði viðurinn inniheldur minna vatn, er harðari og þjettbygðari en lifandi viður. Dauði viðurinn flytur hvorki nje geymir næringarefni, og næringarstraumur á sjer einungis stað í hinu lifandi viðarlagi (2—6 ystu árshringunum). Dauði viðurinn eða kjörviðurinn er mjög oft dökklitaðri en lifandi trjeð (flísir); það orsakast einkum af sýtunarefninu og öðrum fleiri efnum. Kjörviðurinn er langtum betri til smíða en flísir, því bæði er flísir með venjulegum trjelit og þar við bætist að hún inniheldur miklu meira vatn. Takmörkin á milli flísar og kjörviðar eru oft glögg, en eigi falla þau ávalt saman við árshringa. Sem dæmi upp á litsterkan kjörvið má nefna »íbenholt«, blýantstrje (einitegund) og yfirleitt littrjen. Sumar tegundir, t. a. m. birki og beyki, hafa engan kjörvið og eru því nefnd »flísartre«, en það er svo að skilja að gamli viðurinn inni í stofnunum breytist aðeins með tilliti til vatnsleiðslunnar.

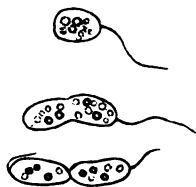
Rætur tvíkímblaða plantna og barrviða líkjast stönglinum í öllum aðalatriðum að því er þyktarvöxt snertir. Þær eru þó frábrugðnar að sumu leyti, en ekki skal það rakið hjer.

III. Æxlun plantnanna.

1. Kynlaus og kynjuð æxlun.

Líf hvers plöntueinstaklings er takmarkað og æfi hinna ýmsu tegunda er mjög mismunandi að lengd. Sumar lágplöntur lifa mjög skamman tíma, aðeins nokkurn hluta klukkustundar, en aðrar plöntutegundir, t. a. m. stóru furutrjén í Kaliforníu lifa svo lengi að skiftir þúsundum ára. En hvort sem æfin er stutt eða löng verður einhverskonar æxlun að eiga sjer stað svo að plöntur jarðarinnar deyi ekki út, eða með öðrum orðum: plönturnar verða að geta af sjer afkvæmi. Sumar plöntur æxlast þannig að einhver hluti líkamans verður að nýjum einstaklingi án þess að nokkur ákveðinn undirbúningur hafi átt sjer stað. Meðal annara tegunda verður ákveðinn hluti líkamans að nýrri plöntu er ákveðinn undirbúningur hefur átt sjer stað. Í báðum tilfellum er einn einstaklingur sjer einhlítur til að geta afkvæmi og köllum vjer þess konar æxlun kynlausu. Mikill flokkur plantna hefur annars konar æxlun eða kynæxlun, það er að segja, tvær frumur, karlfruma og kvenfruma verða að renna saman til þess að nýr einstaklingur verði til.

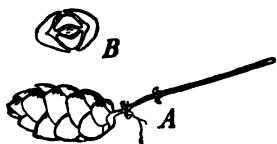
A. Kynlaus æxlun. Hin óbrotfasta tegund þessarar æxlunar er hin svonefnda deilíæxlun, og er hún mjög tíð meðal ýmsra lágplantna. Æxlun gerlanna er eitthvert hið ljósasta dæmi upp á deilíæxlunina. Á 155. mynd er sýnd geriltegun, hún er eggлага (efst á myndinni) og hefir langa svifu, er hún syndir með í sjónum. Á myndinni í miðði sjest byrjunarstig æxlunarinnar; gerillinn er orðinn lengri og farinn að mjókka um miðjuna; þverskoran verður dýpri og dýpri eftir því sem deilingin vex, og að lokum liðast gerillinn alveg sundur (sjá myndina neðst) og er þá orðinn að tveimur nýjum einstaklingum, er losna hvor við annan og fara hvor sína leið. Síðar deilast báðir hinir nýju einstaklingar og afkvæmi þeirra og svo koll af



155. mynd. Gerill að deilast. Mjög mikið stækkað. (Warming).

kolli. Þegar gerlarnir eiga við góð kjör að búa getur deiling átt sjer stað á hálfis klukkutíma fresti. Er því auðsætt að hinn mesti aragrúi gerla getur orðið til á skömmum tíma. Deiliæxlunin er einhver hin óbrottnasta tegund æxlunar, eins og bent var á, og er aðeins örlítið frábrugðin venjulegri frumuskiptingu.

Meðal ýmsra annara plöntutegunda er deiliæxlunin með nokkuð öðru sniði, því að plöntulíkaminn skiftist ekki í tvo jafna hluta eins og átti sjer stað við æxlun geriltegundarinnar, er getið var um. Margar af plöntum þessum æxlast á þann hátt, að einhver hluti líkamans, oft örlítil hluti, losnar við plöntuna, oft og tíðum af hendingu einni; þessi smáhluti heldur áfram að þróast og verður að nýjum einstaklingi. Þess konar æxlun á sjer stað hjá mýmörgum þörungum, sveppum, fljettum og mosategundum. Svipuð deiliæxlun á sjer og stað meðal burknunga og háplantna, en þó er hún venjulegast háð laufsprotanum. Allra algengast er að brum eða eldri sprotar losna við móðurplöntuna og verða að sjálfstæðum plöntum, og verður það oft blátt áfram á þann hátt, að eldri hlutar plöntunnar deyja smámsaman, en við það verða yngri sprotarnir sjálfstæðir er sambandi þeirra við móðurplöntuna er slitið. Sem dæmi þessa má nefna lauka, knolla og jarðstöngla, einkum lárjettu jarðstönglana (sjá 47.—50. mynd). Í þessu sambandi ber einkum að nefna renglurnar, einskonar sprota lárjetta og líðalanga. Þeir eru skriðulir og skjóta rótum þar, sem blöðin eru, og við það festist brumið í jörðinni. Brum þessi losna við móðurplöntuna þegar rengluliðirnir fúna og verða þá að sjálfstæðum einstaklingum. Þegar renglurnar skriða á yfirborði jarðar eru þær kallaðar ofanjarðarenglur. Af plöntum með þess konar renglum má nefna jarðarber, hrútaber, gæsamuru o. fl. Sjeu renglurnar niðri í jörðinni eru þær kallaðar jarðrenglur (sjá 51. mynd á 41. bls. og 49. mynd á 39. bls.). Rætur, sem skjóta sprotum (sjá 37. mynd á 29. bls.), hafa svipaða þýðingu fyrir líf plantnanna og jarðrenglurnar. Ennfremur má nefna þær renglur, sem bera knolla, t. a. m. kartöfluna (sjá 54. og 55. mynd á 44. bls.), eða lauka eins og mýradúnurtin (sjá 156. mynd). Þá eru sumar tegundir útbúnar með æxliknöppum eða æxlikornum. Æxliknapparnir eru brumknappar, er losna við móðurplöntuna af



156. mynd. Mýradúnurt. Örmjó rengla sem endar í lauk (A); B, þverskorinn laukur. (E. W.)

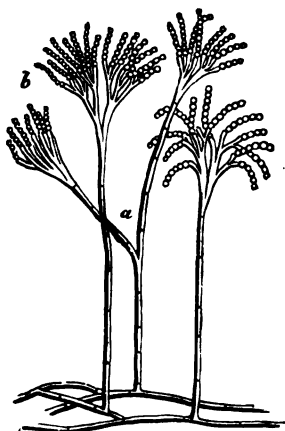
sjálfsdáðum og hafa í sjer geymdan forða líkt og aðrir laukar og knollar. Sjálfir æxliknapparnir eru og annaðhvort laukar eða knollar. Laukknappar eru alltiðir hjá sumum laukategundum og ýmsum öðrum plöntum og koma þá í ljós í blómsskipaninni eða í blaðkrikunum. Svipaðir æxliknappar koma alloft í ljós í blómsskipan ýmsra grastegunda og eru t. a. m. mjög algengir á sauðavinglinum hjer á landi og fjallasveifgrasi; er þá komist svo að orði að plantan sje blaðgróin. Æxlikorn kornsúrunnar eru stöngulknollar, en brönugrasategundir (sjá 14. mynd), knollsóley og aðrar fleiri æxlast með rótarknollum.

Meðal ýmsra háplantna kveður langmest að hinni kynlausu æxlun og frææxlun er algjörlega horfin hjá sumum tegundum. Þar að auki hafa mjög margar lágplöntur aðeins kynlausa æxlun.

Í sambandi við þetta efni skulum vjer fara nokkrum orðum um græðsluprótt plantnanna, eða um það hvernig þeim ferst að bæta meidda eða mista líkamshluti. Vjer komumst svo að orði, að líkamir plantnanna sjeu deilanlegir, þegar þeim verður skift í sundur og hver smáhlutinn mægnar að endurnýja einstaklinginn og vjer segjum að deilanleikinn sje því meiri, sem plöntunni má skifta í fleiri þesskonar smáhluti. Meðal lágra þörunga- og sveppategunda er deilanleikinn mjög mikill og sumar tegundirnar eru jafnvel svo deilanlegar, að nokkur hluti úr frumu mægnar að endurnýja einstaklinginn ef hann inniheldur frymi og kjarna. Örlitlir vefhlutar nægja til þess að endurnýja plöntuna meðal ýmsra mosategunda og dauðir blaðhlutar vaxa af nýju. Meðal háplantna er þó fremur sjaldgæft að dauðir líkamshlutar vaxi að nýju, en þó ber það við, einkum á rótum, og það jafnvel þótt mestur hlutinn af vaxtararninum hafi eyðst, og verður þá nýr vaxtararinn úr leifum hins gamla. Ef vaxtararinn rótarinnar eyðist með öllu endurnýjast hann ekki, en plantan bætir þá missinn á þann hátt, að nýjar rötargreinar verða til, er hver um sig eru útbúnar með nýjum vaxtararni. Á svipaðan hátt fer venjulegast um sáragræðslu á plöntulíkamanum. Deilanleiki háplantnanna er mjög misjafn. Piparrótin er t. a. m. mjög deilanleg og $1\frac{1}{2}$ mm. þykkar sneiðar af rótinni geta endurnýjað einstaklinginn og þó eru þær ekki nema 20 frumulög á þyktna. Deilanleiki kartöflunnar er miklu minni og smáhlutirnir verða að vera hjer um bil 4 kúbíkcíntimetrar á stærð til þess að þeir geti endurnýjað plöntuna. Fíflaræturnar eru og mjög deilanlegar og sama er að segja um ýmsar víðiteg-

undir. Allar nýmyndanirnar eiga rót sína að rekja til ungvéja þeim plöntuhluta, sem þær vaxa á, en sjeu þar ekki ungvéja fyrir hendi þá myndast þesskonar vefir áður en nýmyndanirnar koma í ljós.

Klakæxlun plantna stendur í nánu sambandi við deilanleik þeirra og er talsvert viðhöfð af garðyrkjumönnum. Er hún nefnd ýmsum nöfnum eftir aðferðinni. Eru þá teknir þroskaðir sprotar eða brumknappar og losaðir við móðurplöntuna í einu eða smáum og smátt og svo látnir þróast af eigin ramleik eða fluttir yfir aðrar plöntur og græddir á þær. Sniðlur heita smáhlutar stönglum, rótum eða blöðum, sem teknir eru fljótlega af móðurplöntunni og látnir skjóta rótum í vatni eða rakri jörð og síðan vaxa sem sjálfstæðar plöntur. Beyglur eru þeir sprotar kallaðir sem eru látnir vera í sambandi við móðurplöntuna meðan þeir skjóta rótum, en eru losaðir við hana er því er lokið. Þá eru dýmsar aðferðir til að græða plöntur saman. Knappgræðslu kölluð um vjer þegar brumknappur plöntu er tekinn af með berkinu umhverfis og græddur á aðra tegund, en kvistgræðsla er þá kallað þegar stöngulhluti með brumi er tekinn af tegund og græddur á aðra.



157. mynd. Einskönar myglusveppur. (Sjá textann).

Þá er enn einni tegund hinnar kyngjafra lausu æxlunar þannig varið, að ákveðnar æxlifrumur verða til, gróin, er hver um sig megnar að endurnýja einstaklinginn. Gróin svara að mörgu leyti til ætlikonanna, er getið var um áður, og eru þær mjög margskonar. Sum gró hafa svifur og geta hreift sig með þeim í vatni. Svifurnar eru í þeim endanum, sem vaxa fram meðan á hreifingunni stendur. Þessar konar gró hafa einkum þörungategundir. Stundum eru gróin afarsmávaxin, einu um meðal sveppategunda, og eru þær þá nefnd ýmsum nöfnum og verða til ýmsan hátt og í ýmsum líkamshlutum.

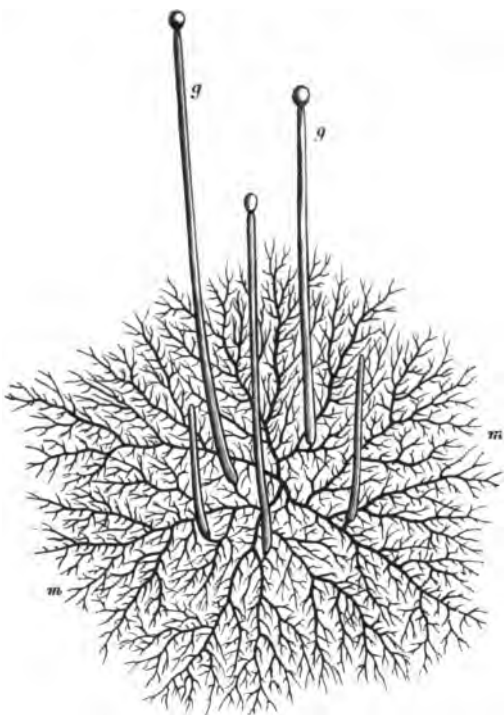
Á 157. mynd er sýnd gróskipan á einu

myglusveppinum. Gróskipanin er einkennilega kvísluð og situr einskönar stilk beint upp úr þálinu; hún er sem liðaðar greinir ásýndum og er hver liður eitt gró. Efstu gróin í hverri grein

elzt og þau eru því yngri sem neðar dregur. Stundum verða gróin til inni í öðrum frumum (sveppa- og gerlategundir) eða í gróhirzlum (burknungar). »Gróhirzlur« sveppanna hafa ýmsa lögun, sumar eru langar og innihalda ákveðna gróatölu, en stundum eru þær hnöttóttar (sjá 158. mynd) og innihalda þá mörg gró. Meðal geriltegunda myndast einnig gró, þó venjulega ekki nema eitt, inni í öðrum frumum (sjá 234. mynd).

Gróhirzlur burknunganna eru miklu margbreyttari að gerð og samsettar af mörgum frumum. Gróíð er aðeins ein fruma eins og meðal lægri plantnanna, en það er klætt að utan með korkkendri húð, er ver það gegn uppþornan.

Gróhirzlurnar opnast á ýmsan hátt og svipar því oft allmjög til hýðisaldina fræplantnanna. Má þar til einkum nefna »hýði« mosategundanna. Á burknablöðum eru gróhirzlurnar í smáhópum neðan á blaðinu, en á elftingum og jafnategundum eru eins konar háblaðkend gróblöð, er standa í axkendri skipan og er eins konar byrjunarstig til blóms. Sumar tegundir hafa tvenskona gró: stórgró og smágró t. a. m. mosajafni (sjá 159. mynd) og álftalaukur, en langflestar tegundirnar hafa aðeins einskona gró. Þess ber þó að geta, að það er meira en stærðarmunur á smágrói og stórgrói, því að smágróið er karlkyns, en stórgróið kvennkyns.



158. mynd. Myglusveppur (*Mucor nitens*). m er líkami sveppsins, er hann bygður af einni þráðfrumu ólíðaðri; g er gróhirzuleggur og efst á honum hnöttótt gróhirzla. (Sachs).



159. mynd.
 »Blóm« á mosajafna
 skorið að endilöngu.
 Vinstra megin eru
 smágró, hægra megin
 stórgró.
 (Sachs).

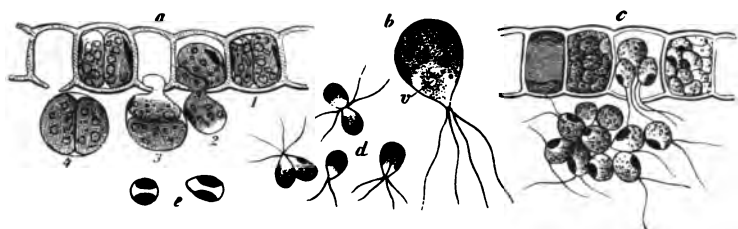
B. Kynæxlun. Þess hefur þegar verið getið, að hin kynlausa æxlun er talsvert algeng meðal plantnanna, einkum lágplantna. Geriltegunirnar, blágrænir þörungar, fjölmargar tegundir hinna stærri sveppa, margir mosar o. fl. tegundir hafa aðeins kynlausa æxlun. Þó kveður og mest að kynlausu æxluninni meðal ýmsra annara plöntu- tegunda þótt kynæxlun geti átt sjer stað; má þar til nefna ýmsar hinna ræktuðu tegunda, t. a. m. sykurreyrinn o. fl. En meðal annara plöntu- tegunda á sjer stað kynæxlun, og er hún einnig kölluð frææxlun. Meðal ýmsra plöntuflokka kveður mikið að báðum. Til þess að kynæxlun verði hljóta að vera til tvenskonar frumur, kyn- frumurnar. Það er hjer um bil algild regla að einstök kynfruma getur ekki endurnýjað ein- staklinginn, en til þess verða tvær kynfrumur, karlfruma og kvennfruma, að renna saman eða frjóvgast. Við þann samruna eða frjóvgun kemur upp »kim« eða þroskavænlegur »efniviður«, er dafnar og verður að nýjum einstaklingi.

Sameiningin eða samruni kynfrumanna er í öllum aðalatriðum eins alstaðar í plönturíkinu, en aðdragandinn eða undirbúninguriun er þó með ýmsu móti. Yfir höfuð að tala má skifta kynæxlun plantnanna í tvo aðal- flokka eftir því hvort kynfrumurnar, karl- og kvennfrumur, eru eins að stærð og lögun eða ekki. Þegar karl- og kvennfruman eru jafnstórar og eins lagaðar er kynæxlunin nefnd jafningja- frjóvgun, en eggfrjóvgun (eða frjóvgun) þegar kynfrumurnar eru ójafnar að stærð og lögun, karlfruman lítil (frjóíð) og kvennfruman stór (eggíð).

a. Jafningjafirjóvgun er kölluð svo af því að kynfrumurnar eru jafnar að stærð, lögun og búningi; stundum getur þó verið um afarlítinn stærðarmun að ræða, en það er líka hinn eini sýni- legi munur, enda eru frumur þessar ekki aðgreindar eftir kynferði. Þær eru kallaðar einu nafni: frjóungar og eru tvenskonar: sjálf- hreifilegir og ósjálfhreifir.

Á 160. mynd er sýnd kynlaus æxlun (a, b) og kynæxlun (jafningjafirjóvgun, c—e) meðal grænþörungategunda. Líkami plöntu

Þessarar er mjög óbrotinn og eins og óskiftur þráður að lögun, greinilega eða ógreinilega liðaður, en hver liður er ein fruma. Kynlausu æxlifrumurnar eða gróin eru miklu stærri (a, b) en kynfrumurnar (c—e), og hafa 4 svifur að framan, en ekki eru þær nema tvær í hverri frumu þörungsins. Á myndinni eru sýnd hin ýmsu þroskastig gróanna (160. mynd a, 1, 2, 3, 4 og b). Þegar gróið er alþroska (b á myndinni) reikar það fyrst um í vatninu, en festir sig að lokum við steina eða aðrar plöntur á botninum, fer því næst að vaxa og verður að nýjum plöntueinstakling. Hinar kynjuðu æxlifrumur eða frjóungarnir (160. mynd c—e) eru miklu minni og hafa aðeins tvær svifur, en eru miklu fleiri (16) í hverri frumu þörungsins en gróin. Þær eru eggлагаðar eins og gróin og fremri hlutinn er litarlaus; í honum eru svifurnar. Bæði gróin og frjóungarnir eru berar frumur, það er að segja þær hafa engan



160. mynd. Vatnaþörungur (*Ulothrix zonata*). a, nokkur hluti af þræðinum með gróum á ýmsum þroskastigum. Tvær frumur í þræðinum eru tæmdar. b, gró; c, nokkur hluti af þræði með frjóungum; d, frjóungar að sameinast; e, tvær grómæður, svifurnar eru horfnar og lögun breytt. (Dodel).

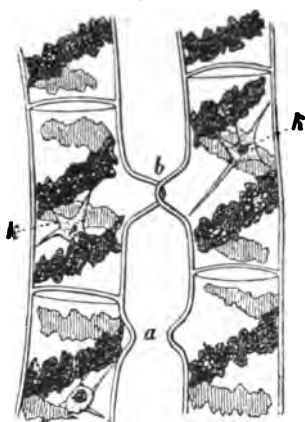
frumuvegg um sig. Þegar tveir frjóungar sameinast verður það á þann hátt að litlausu endarnir snerta hvor annan fyrst, en því næst leggja þeir síðunum saman og renna þannig saman (sjá 160. mynd, d); frym sameinast frymi og kjarni kjarna. Eftir samrunann er lögunin svipuð og hún var áður, en svifurnar eru 4 (160. mynd, d) og hin nýja æxlifruma sveimar fyrst um sinn í vatninu, en smámsaman fer lögunin að breytast og svifurnar hverfa (160. mynd, e). Eftir nokkurn tíma fer innihald æxlifrumunnar að skiftast og koma þá upp gró af sömu gerð og lýst hefur verið (160. mynd, b). Þegar gróin losna við móðurfrumuna fara þau að vaxa og verða að nýjum þörungaeinstaklingum.

Meðal þeirra tegunda, sem útbúnar eru með gróum og frjóungum, er venjulega talsverður munur á þessum æxlifrumum eins og þegar var getið um og algengast er að frjóungarnir deyja ef

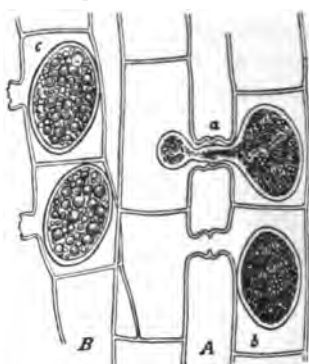
þeir ná ekki að sameinast öðrum. Meðal einstakra tegunda er þó kynferði frjóunganna á svo lágu stigi, að þeir geta vaxið og orðið að nýrri plöntu þótt um enga frjógungun sje að ræða, en oft eru þó plöntur þær veigaminni, sem þannig eru til orðnar.

Þeir frjóungar, sem getið hefur verið um, hafa allir verið færir um að hreifa sig. Sumir frjóungar eru þó með öllu ósjálfhreifa eins og drepíð var á. Þess konar frjóungar eru þó miklu sjaldgæfari og eru þeir einkum í ákveðnum þörungaflokkum.

Á 161. mynd er sýnt, hvernig ósjálfhreifa frjóungar líta út. Myndin er af grænpörungstegund einni. Líkami hennar er mjög svo óbrotinn og lítur út eins og óskiftur þráður, en í hverri frumu



161. mynd. Grænpörungstegund (spirogyra elongata). Frjógöngin eru að vaxa (a, b), k er frumukjarninn.



162. mynd. A, frjógungin er komin lengra á leið, frjóungarnir eru að renna saman (a), sameiningin algjör (b). B »kímið« liggur alþroskað í tónum frumum; í því eru mjög margir ölfudropar.

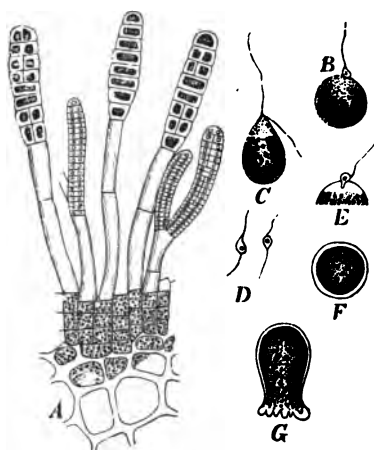
(Sachs).

er einn litberi undinn eins og skrúfgangur. Þegar plönturnar hafa náð æxlunarþroska leggjast tveir þræðir hver upp að öðrum. Báðir þræðirnir líta venjulegast eins út, en stundum getur þó verið nokkur munur á lögun frumanna. Þegar þræðirnir hafa lagst hver upp að öðrum fara frumuveggirnir að bungu út á ákveðnum stað á þeim hliðum þráðarins, er saman vita. Útskotin verða stærri og stærri og standast á í báðum þráðunum (sjá 161. mynd), að lokum ná þau alveg saman, og þar sem þau mætast rofnar veggurinn, svo þá standa tvær frumur, sín í hvorum þræði, í beinu sambandi hvor við aðra og sama er að segja um innihald þeirra. Þegar þessi göng eru komin milli frumanna fer innihald annarar

frumunnar smátt og smátt að flytjast yfir í hina (sjá 162. mynd, A, a), að lokum tæmist önnur fruman alveg og innihald beggja frumanna er nú í annari þeirra og blandast þar saman mjög ítarlega (162. mynd, A, b); »kímið« eða hin nýja fruma, er verður til við sameiningu hinna umgetnu fruma, tekur þvínæst ákveðna lögun, og hýði eða frumuveggur kemur þar utanum. »Kímið« spírar þvínæst eftir ákveðinn dvalartíma. Venjulegast er að allar frumur í sama þræði hafi sama kynferði eða að allar frumurnar í einum þræðinum tæmast og allar frumur í hinum þræðinum fyllast. Frumur þær eru karlfrumur, sem tæmast, en hinar kvennfrumur, sem fyllast.

b. Eggfrjóvgun. Hún er venjulegast kölluð frjóvgun í mæltu máli. Aðalmunurinn á jafningjafrjóvgun og venjulegri frjóvgun er einkum falinn í hinum mikla mismun á karl- og kvennfrumunni. Þær eru t. a. m. mjög mismunandi að stærð, lögun, lit o. s. frv.; karlfruman er nefnd frjó og kvennfruman egg. Frjóin verða til í frjóhírzlum og eggin í egghírzlum. Meðal þörungategunda eru frjóin venjulegast litlaus eða gulleit, en eggin grænleit. Bæði stærð eggisins og litur stendur í sambandi við hlutverk þess, eggíð verður nefnilega að hafa í sjer forða handa »kíminu« eða afla forðans úr kolsýru loftsins. Hið sjerstaka hlutverk karlfrumunnar er einkum að hafa örfandi áhrif og orsaka getnaðinn.

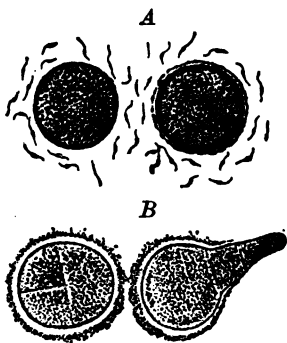
Jafningjafrjóvgunin er hið lægsta stig kynæxlunarinnar, en eggfrjóvgunin er hæsta stigið. Þótt munurinn milli þessara tveggja stiga sje næsta mikill er ekki svo að skilja að takmörkin á milli þeirra sjeu glögg. Meðal sumra þörungategunda eru þess dæmi, að mikill stærðarmunur er á kynfrumunum og lögun þeirra er einnig frábrugðin. Báðar hafa þær þó svifur, hvor um sig tvær



163. mynd. Brúnþörungstegund (*Zannardinia collaris*). A, ofurlítill sneið af líkama plöntunnar með stilkudum frjóhírzlum (smágerðari) og stilkudum egghírzlum (stórgerðari). C, eggfruma. D, frjó. B og E sýnir frjóvgunina. F, »kímið«. G, kímið að spíra. (Sjá textann).

að tölu; á stærri kynfrumunni, kvennfrumunni, eru báðar svifurnar í mjórri endanum, en á minni kynfrumunni (karlfrumunni) er sin svifan í hvorum enda og standa beint fram og aftur. Þessi tegund kynæxlunar líkist eggfrjóvguninni að því leyti að lögunar og stærðarmunur er á kynfrumunum, en hinsvegar svipar henni einnig til jafningjafrjóvgunarinnar, af því að báðar kynfrumurnar geta hreift sig, hún er því glöggur milliliður beggja hinna umræddu stiga kynæxlunarinnar. Þessari æxlun svipar þó einna mest til eggfrjóvgunarinnar og engin frjóvgun á sjer stað meðan eggfruman er á sveimi. En þegar hún hefur sveimað fram og aftur um hrið dragast svifurnar inn í hana og þá fyrst kemur að frjóvguninni (163. mynd B, E).

Þegar um eggfrjóvgun er að ræða er mikill stærðarmunur á kynfrumunum eins og sagt hefur verið frá og lögunin er frá brugðin, en þar við bætist og að frjóð (karlfruman) getur sjálft hreift sig, en eggíð (eggfruman) er með öllu ósjálfhreif. Sem alþekt dæmi upp á frjóvgun meðal lágplantna má nefna bóluþangið. Á 164. mynd A eru tvær eggfrumur og umhverfis þær sveima mörg frjó. Þau geta jafnvel verið svo mörg utan um eggíð og svo fjörug að eggíð hreifist fyrir þeim í sjónum, en þó kemst aðeins eitt þeirra inn í eggíð og frjóvgar það. B á myndinni sýnir tvö kím af bóluþangi, annað þeirra er farið að spíra.



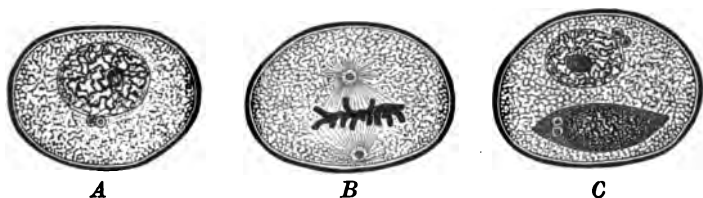
164. mynd. Frjóvgun bóluþangs; sjá lesmálið.
(Thuret).

Að því er kynæxlun snertir líkjast ýmsir vatnasveppir þörungunum mest, aðrar sveppategundir og stjettur eru nokkuð frábrugðnar og meðal mosa- og burknungategunda eru frjóvgunarfærin með ennþá öðru móti, en ekki er hjer rúm til að ræða það frekar.

Að því er sjálfa frjóvgunina snertir eru blómplönturnar talsvert svipaðar hinum lægri plöntum, en frjó- og egghirlur þeirra eru miklu margbreyttari að skapnaðarfari. Mosar og burknungar eru nokkurskonar milliliðir milli lágplantnanna og blómplantna með tilliti til þessara kynfæra. Meðal blómplantnanna myndast karl- og kvennfrumur í ákveðnum blöðum, sem eru sjerstaklega

sköpuð til síns hlutverks. Blöð þessi köllum vjer frjóblöð eða kynblöð og þau hafa sitt eigið nafn eftir kynferðinu; eru karlkynsblöðin kölluð fræflar en kvennkynsblöðin frævur. Innan í fræflunum myndast frjókornin; þau svara til smágróanna meðal burknum. Í frævunum vaxa egginn, en kímsekkurinn í egginu svarar til stórgróanna.

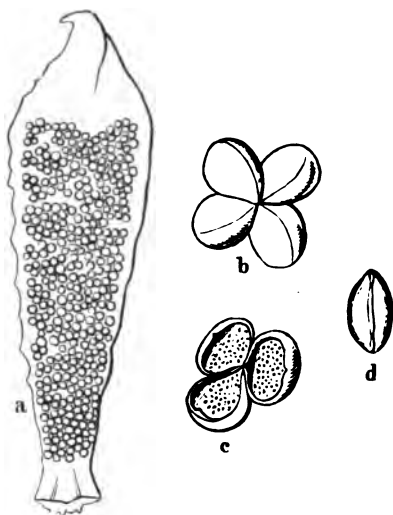
Frjókornin líkjast gróunum allmjög á að sjá. Þau eru mörg saman í hverjum fræfli og líta út eins og gult, hvítleitt eða bláleitt duft er þau eru þroskuð og frjórymin hafa opnast. Frjókornin eru hnöttótt að lögun eða sporbaugótt og $\frac{1}{100}$ — $\frac{1}{60}$ mm. að stærð. Utanum þau eru tvö hýði. Ytra hýðið er korkkent og er mest til varnar útávið; það er misþykt og stundum jafnvel með götum. Innra hýðið er þunt og samsett af pektínefnum, oft er það þó talsvert þykt innanvið þunnu blettina á ytra hýðinu, en þar kemur frjópípan fram þegar frjókornið fer að spíra.



165. mynd. Liljutegund. A, óproskað frjókorn; B, kjarni þess er að deilast; C, frjókornið er stór fruma og innan í henni önnur minni. (Sjá lesmálið).
(Guignard).

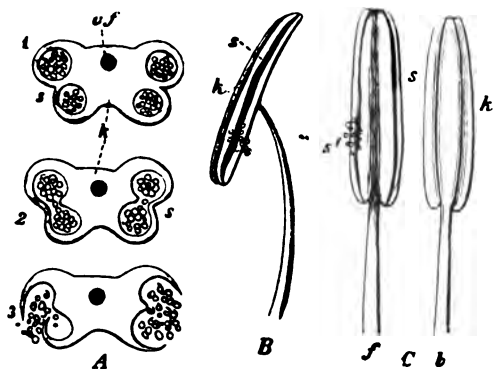
Frjókornið er í raun og veru aðeins ein fruma (165. mynd, A), en innan í þeim myndast þó ein eða fleiri frumur og það stundum jafnvel áður en þau eru þroskuð. Á 165. mynd C er sýnt frjókorn, ofantil í því sjest kjarni frjókornsins og neðan undir honum er sjálfstæð fruma, karlfruman, inni í frymi frjókornsins; B á myndinni sýnir kjarnaskiftingu í frjókorninu. Kjarnar í frjókornum, frjópípum og móðurfrumum frjókornanna innihalda hálfu færri bogteina en hinar kynlausu frumur í plöntulíkamanum.

Frjókornin myndast af ákveðnum frumum í frjóblaðinu og eru í frjóhirlzum. Frjóhirlzurnar hafa ýmsa lögun og skipan þeirra um blaðið er og ýmisleg. Meðal sumra berfrævunga (sjá 166. mynd) líkjast frjóblöðin talsvert gróblöðum sumra burknum. Á 166. mynd er sýnt frjóblað af Cycastegund; frjóhirlzurnar eru mjög margar og 2—5 saman í smáhópum á bakhlið frjóblaðsins



166. mynd. Cycas-tegund. a, frjóblað (í edlilegri stærð) sjeð neðanfrá. b, 4 frjóhirlur (óopnaðar) í smáhóp; c, 3 frjóhirlur (opnaðar); d, frjókorn.

og svipar þannig talsvert til gróhópanna á burknablöðunum. Meðal hinna hærri blómplantna eru frjóhirlurnar miklu færri, venjulega 4, en stundum aðeins tvær, og á dulfrævingum hefur frjóblaðið ákveðna og einkennilega lögun og er nefnt fræfill. Fræfillinn er samsettur af mjóum þræði að neðanverðu, frjóþræðinum, en ofanvið hann er frjóknappurinn. Í frjóknappinum eru 4 langrými, það er 4 frjóhirlur (smágróahirlur). Frjóhirlurnar opnast venjulegast með 2 langrifum. Frjóknappurinn er upphaflega fjórrýmdur (167. A, 1), en veggurinn milli tveggja og tveggja rýma rofnar að lokum og eru þá aðeins 2 rými í frjóknappnum (167. mynd A, 2). Hvort rýmið fyrir sig opnast að síðustu með langrifu út undan hinum rofna millivegg



167. mynd. A, þverskornir frjóknappar. s, táknar staðinn þar sem frjóhirlan rofnar; vf, leiðistrengur; k, knappbandið, er tengir frjóhirlurnar saman; B, fræfill, frjóþræðurinn er festur aftan á knappinn miðjan, frjóhirlurnar eru opnaðar (s); C, fræfill, frjóþræðurinn festur í neðri enda knappsins. f, sjeð ofanfrá; b, að neðan, (E. W.).

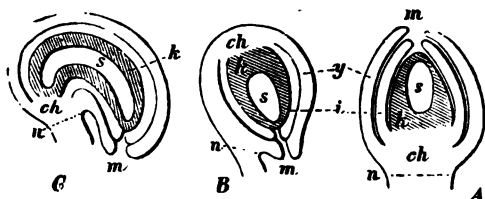
(167. mynd, A, 3; B, C). Frjóþræðurinn er venjulega festur í neðri enda frjóknappsins (167. mynd, C), en stundum er hann þó festur aftan á knappinn hjer um bil um miðjana (167. mynd, B).

Fræin myndast við frjóvgun »egganna« meðal fræplantnanna. Hin svokölluðu »egg« meðal hinna hærri plantna eru þó mjög

margbrotin að sköpulagi. Vjer köllum þau frævísi. »Eggin« eru örsmá og hvítleit að lit, og samsett af »eggkjarna«, »egg«himnum og »egg«streng. »Eggkjarninn« er samsettur af mörgum frumum og er ein þeirra miklu stærri en hinar; hún er nefnd kímsekkur. Utanum »kjarnann« lykja 1 eða 2 himnur þannig að ofurlítið op, frjóopið, er á milli þeirra að ofanverðu (sjá 168. mynd, m). Neðsti partur »kjarnans« hefur venjulegast nokkurskonar stikillögun (eggstrengur) og er festur á eggsetið; um hann liggur leiðistrengur, er flytur egginu og hinu vaxandi fræi næringarefni. Kjarnafótur heitir sá hluti eggins, er himnurnar eru festar við að neðan; leiðistrengurinn endar venjulegast þar. Þar sem »egg« og eggstrengur mætast heitir nafli, þar losnar fræið við strenginn (168. mynd, n).

Á 168. mynd er sýnt að eggði getur snúið ýmislega. Þegar það stendur beint upp af eggstrengnum (168. mynd, A) er sagt

að eggði sje beint, og þá veit frjóopið upp en kjarnafóturinn niður. Altítt er og að eggði hefur haft endaskifti og frjóopið veit niður en kjarnafóturinn upp (168. mynd, B); þá er eins og eggði sje hang-



168. mynd. A, beint egg; B, hangandi egg; C, bogið egg; k, »kjarninn«; s, kímsekkur; ch, kjarnafótur; y, ytri himnan; i, innri himnan; punktalínan (n) táknar nafliann.

andi og á það sjer mjög oft stað. Stundum er eggði bogið (168. mynd, C) og er þá kjarnafótur, nafli og frjóop hvað við hliðina á öðru.

»Eggið« eða þó einkum »eggkjarninn« svarar til stórgróahirzlina og kímsekkurinn svarar þá til stórgróanna. Þó er sá munurinn að »eggkjarninn« opnast aldrei og að hann inniheldur aðeins eitt stórgró (kímsekkurinn). En þaræð eggði fellur ekki af plöntunni og gróið (kímsekkurinn) er inni í því er frjóvgun blómplantnanna algjörlega frábrugðin frjóvgun gróplantnanna að ytri háttum. Frjóduftið (smágróin) verður því að berast að egginu og spíra þar eða með öðrum orðum: frævun verður að eiga sjer stað.

Fræblöð og frævur. Vjer höfum getið þess, að gróhirzlur gróplantnanna og frjóhirzlur blómplantnanna væru á blöðum. Sama er að segja um egg blómplantnanna; þau eru einnig á blöðum,

fræblöðunum. Fræblöðin eru talsvert ólík að útliti. Meðal hinna lægri blómplantna (169. mynd) svipar fræblöðunum eigi allítið til venjulegra blaða. Fræblöð cycas-plöntunnar eru meira að segja fjaðurskift að ofanverðu og egginn eru í röndunum á neðanverðu blaðinu (169. mynd). Meðal barrviða eru egginn venjulegast á því borði blaðsins, er inn veit. Meðal berfrævinga eru egginn því ekki innilokuð í fræblaðinu og þar er ekkert fræni og enginn stíll, en egginn hafa þó sjerstakan útbúnað til að greiða götu fyrir frævuninni, því slímdropi er yfir frjóopinu. Frjókornin berast með vindinum, festast í slíminu og fara að spíra í frjóopinu.



169. mynd.
Fræblað af Cycas.
(Sjá textann).

Meðal dulfrævinga eru egginn innilokuð í fræblaðinu og heita þá fræblöðin frævur. Frævan skiftist venjulega í þrjá aðalparta: egglegið neðst, þá stíllinn og frænið efst. Frænið er útbúið á ýmsan hátt til þess að klófesta frjókornin, en berast að með vindi eða smádyrum o. s. frv. Stundum vantar stíllinn og þá er frænið blátt áfram á eggleginu.

Að því er spírun frjókorna og kímsekkja snertir látum vjer nægja að geta um hvernig henni er varið meðal dulfrævinganna. Þegar kímsekkurinn fer að spíra deilist hinn upprunalegi kjarni hvað eftir annað ($2 \times 2 \times 2$) í 8 kjarna, en raða sjer fjórir og fjórir í tvo smáhópa sinn í hvorum enda kímsekkksins. Um þrjá kjarnana í efri enda kímsekkksins lykur sjerstakt frymlag svo þar er um þrjár vegglausar frumur að ræða. Ein þeirra er eggfruman, hinar tvær eru nefndar aðstoðarfrumur. Þrír af kjörnunum í neðri enda kímsekkksins verða og að vegglausum frumum, sem nefndar eru andfætlingar. Hinir tveir kjarnar, sem þá eru eftir, pólkjarnarnir, renna saman fyr eða síðar og verða að einskonar miðkjarna eða fræhvítukjarna. Efri pólkjarninn er systurkjarni eggfrumunnar.

Spírun frjókornanna. Þegar frjókornið hefur borist á frænið fer það að spíra, það er að segja: frjópípan fer að vaxa. Frjópípan vex niður um stíllinn í gegn um miðvefina, en þeir eru nokkuð losalegir og veita jafnvel frjópípunni næringu á leið sinni inn í egglegið. Þegar niður úr stílnum er komið leika frjópípunar í lausu

lofti um hríð, en vindast þó við í áttina til frjóopanna á eggjum og vaxa að lokunum inn um þau.

Tíminn milli frævunar og frjóvgunar er næsta mislangur meðal hinna ýmsu tegunda. Þessi tímalengd er einmitt sá tími, sem frjópípan er að vaxa og komast gegn um stílinn inn í egglegið og til eggjanna. Meðal grastegunda og störunga stendur frjópípuvöxturinn ekki nema fáeina tíma, en meðal ýmsra annara tegunda er hann miklu lengri, nokkrir dagar eða mánuðir (3—12 mánuðir meðal sumra brönugrasategunda) og þess eru jafnvel dæmi að frævun á sjer stað áður en eggin vaxa. Á heslivið eru eggin t. a. m. ekki vaxin þegar frævunin á sjer stað.

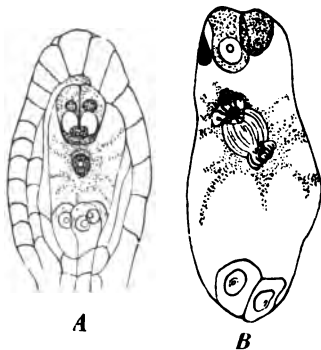
Frjóvgunin. Það er venjulegast að frjópípan fer inn í eggíð um frjóopið (172. mynd), en þess eru dæmi að frjópípan fer aðra leið inn í eggíð og vex þá gegnum kjarnafótinn og þræðir sig þá helst eftir millibilunum milli frumanna. Má þar til nefna birkí, hesli o. fl. Stundum ber og við að frjópípan vex gegn um egghimnurnar.

Þegar frjópípan fer að vaxa færast kjarni frjókornsins (173. mynd) eftir henni á undan karlfrumunni og eyðist að lokunum. Karlfruman, er getið var um áður, skiftist því næst í tvær nýjar karlfrumur. Kjarni þeirra er venjulegast stór og langdreginn, en frymragið þunt utanum hann (173. mynd, gz). Þær fara út um endann á frjópípunni inn í gegn um vegg kímseksins að eggfrumunni. Önnur karlfruman sameinast eggfrumunni, þ. e. kjarni sameinast kjarna og frym frymi (sjá 86. mynd á 75. bls.) mjög ítarlega. Hin karlfruman sameinast miðkjarnanum eða öðrum hvorum pólkjarnanum áður en þeir renna saman og gera miðkjarnann. Þegar þessir þrír kjarnar hafa sameinast fer fræhvítan að koma.



170. mynd. Kímsekkur af starartegund. c, miðkjarninn; syn, aðstoðarfrumurnar; ant, andfætlingarnir; kb, eggfruman.

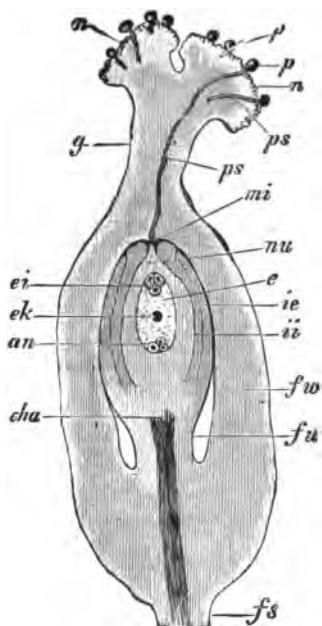
(Fischer).



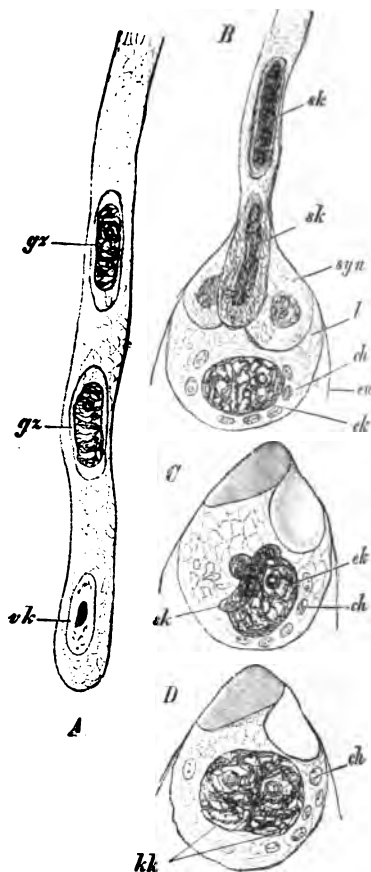
171. mynd. A, kímsekkur fyrir frjóvgunina. Að ofanverðu eggfruman og aðstoðarfrumurnar, miðkjarninn í miðjunni og andfætlingarnir neðst. B, kímsekkur eftir frjóvgunina, aðstoðarfrumurnar að eyðast, eggfruman breyttist í kím; miðkjarninn er að deila sjer (sjá 84. mynd á 74. bls.).

(Strasburger).

Á 174. mynd sjest að pólkjarnarnir eru misstórir. Neðri kjarninn, er stafar frá andfætlingunum, er bæði stærri og inniheldur helmingi fleiri bogteina en efri kjarninn. Efri kjarninn er systurkjarni eggfrumukjarnans og inniheldur jafnmarga bogteina og hann eða hálfu færri en gjörist í venjulegum frumum.



172. mynd. Fræva af blöðku-jurt klofin að endilöngu. fs, frævu-stilkur; fw, egglegshýði; ii, innri himnan; ie, ytri himnan; e, kímsekkurinn; ei, eggfruman og aðstoðarfrumur; ek, miðkjarni; an, andfætlingar; cha, kjarnafótur, fu, eggstrengur, mi, frjóopið; ps, frjópipur; g, stíllinn; n, frænið; p, frjókorn, 8 að tölu, frjópipa sumra er farin að vaxa en sumra ekki; nu, »eggkjarninn«. (Schimper).



173. mynd. Liljutegund. A, frjópipa með 2 karlfrumum (gz) og kjarna frjókornisins (vk). B, frjópipuendinn með báðum karlfrumunum (sk) smýgur inn í kímsekkinn (ew); syn, aðstoðarfrumur; ek, eggfrumukjarni; C, D, aðstoðarfrumurnar eyddar; karlfrumukjarninn rennur saman við eggfrumukjarnann; ch, litberar. (Guignard).

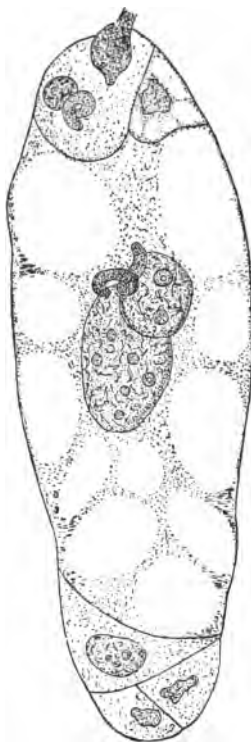
Eftir að frjóvgun hefur átt sjer stað, fara ýmsar breytingar að koma í ljós í kímsekknum. Miðkjarninn fer að skifta sjer og hinir nýju kjarnar deilast aftur mjög fljótt; lítur því svo út um

hríð sem margir lausir kjarnar liggi í veggfrymi kímsekkksins, en að lokunum koma veggir utan um kjarnana með umliggjandi frymi. Frumuskiftingunum heldur þvínæst áfram og kímsekkurinn fyllist af stuttfrumuvef, fræhvítu, sem er forðavefur. Fræhvítan kemur því fram eftir frjóvgunina meðal dulfrævinganna, en fræhvíta berfrævinganna verður til fyrir frjóvgunina. Um leið og miðkjarninn fer að skifta sjer verður og breyting á hinni frjóvguðu eggfrumu, og utan um hana kemur veggur, þvínæst hefjast þar frumudeilingar og að lokunum breytist hún í kím. Jafnframt þessum breytingum eyðast hinar svo nefndu aðstoðarfrumur og andfætlingarnir fara oftast nær sömu leiðina.

Um leið og hin frjóvgaða eggfruma breytist í kím og fræhvítan myndast í kímsekknum eiga aðrar mikilsverðar breytingar sjer stað. Frumulögin milli kímsekkksins og innri himnunnar hverfa eða verða að fræhvítu. Egghimnurnar breytast og verða að fræskurni; þegar þessar umbreytingar hafa átt sjer stað er fræið myndað. En um leið og fræið þróast breytist egglegshýðið í aldinhyði, eggstrengurinn verður að fræstreng og eggsetið að fræsæti.

Að því er fræhvítuna snertir er þó athugandi að sum fræ fræhvítulaus annaðhvort af því, að fræhvítunnar hefur verið neytt áður en fræið er þroskað, eða að alls engin fræhvíta hefur til orðið (t. d. brönugrös).

Þá eru og ýmsar aðrar breytingar samfara aldinþroskuninni og skal hjer aðeins bent á svifkransana hjá körfublómunum (t. a. m. biðukollan) og blómsæti jarðarberja og rósategunda. Ennfremur má benda á að ýmsar breytingar eiga sjer stað, að því er innri bygginguna snertir, leiðistrengirnir í stilknum verða víðari eftir því sem nær-

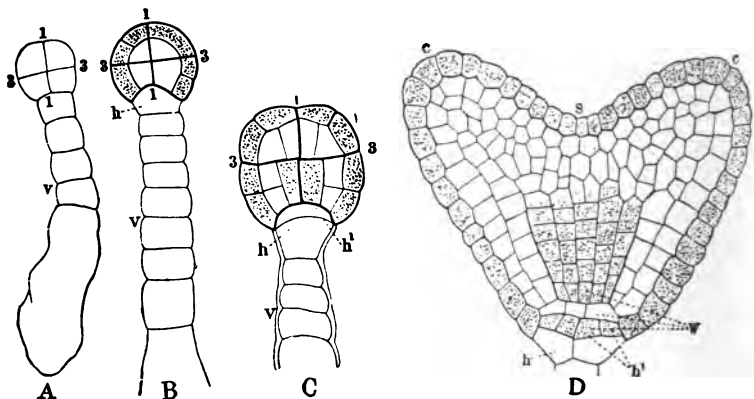


174. mynd. Frjóvgun sömu liljutegundar og á 173. mynd. Karlkjarnarnir eru bognir, annar þeirra er við eggfrumukjarnann (efst á myndinni), hinn er við pólkjarnana (nálægt miðjunni). (Guignard).

ingarflutningurinn eykst og stoðvefirnir aukast og styrkjast eftir því sem þungi aldinanna verður meiri o. s. frv.

Kímið. Þegar karl- og kvennkjarninn hafa sameinast er frjögvinginn lokið og fósturlífið byrjað. Þá kemur frumuveggur um plöntufóstrið eða kímið og það fer að vaxa. Í byrjuninni vex það mest á lengdina (í lengdarstefnu kímseksins) og þá kemur fyrst upp einskonar frumuþráður, kímþráðurinn, sem getur verið mismunandi langur. Hið eiginlega kím vex í þeim enda kímþráðarins, er veit frá frjópinu. Frumudeilingarnar í kímínu eru mjög ákveðnar og reglulegar bæði meðal einkímblaðaðra og tvíkímblaðaðra plantna,

þó einkum meðal hinna síðarnefndu. Kímvöxtur þessara plöntuflokka er frábrugðinn kímþróun gróplantnanna að því leyti að engin toppfruma er í kímínu. Húðin kemur í ljós mjög snemma og sama er að segja um ungvefina (sjá 100. bls.).



176. mynd. Kím af hjartarfa á mismunandi þroskastigum. v, kímþráður; s, stöngultoppurinn þar sem kímknappurinn kemur í ljós síðar; c, kímblöðin; w, þrír ungvefir; h, efsta fruma kímþráðarins; h¹, rótþjörgin o. s. frv. (sjá lesmálið).

(Hanstein).

Á 176. mynd er sýnd kímþróun hjartarfans. Í A, B, C, er kímþráðurinn (v) tiltölulega langur. Sjálfst kímið er eins og kúla á efri enda þráðarins. Kímið er örlítið og samsett af fáum (8) frumum (A); yfirhúðin (yzta frumulagið dökkleita) er komin (B); C sýnir talsvert eldra kím, yzt er yfirhúðin og í neðra helmingi

kímsins (neðan við vegginn 3—3) er byrjun stöngulmiðjunnar (dökk-leitu frumurnar í miðjunni) og barkarins (milli dökku frumanna í miðjunni og yfirhúðarinnar). Úr efra helmingi kímsins (ofan við vegginn 3—3) verða kímblöðin til (c í D). Í B og C er efsta fruman (h) í kímpræðinum farin að hvelfast upp í kímið, í C hefur hún skift sjer í tvent og efri parturinn (h¹) verður innlima í kímínu; frá honum stafar rótbjörgin og ungvefurinn innan við hana. Kímknappurinn kemur ekki í ljós fyr en við spírunina.

Höfuðatriði frjóvgunarinnar eru á þessa leið: Karlfruman (frjóði) getur hreift sig og er öðru vísi löguð og minni en eggði. Eggði er ósjálfhreifa. Hreifingar frjóanna eru átakanlegastar meðal ýmsra lágplantna, er vaxa í sjó eða vötnum. Frjóði sveimar þá um eða syndir og leitar eggfrumanna og er þá útbúið með svifum. Meðal háplantnanna er sköpulag kynfæranna miklu margbrotnara og hreifingum frjóanna [hið eiginlega frjó háplantnanna er karlfruman, er sameinast eggfrumunni] er því öðru vísi háttað. Frjó þessara plantna hafa engar svifur, eða mönnum hefur að minsta kosti ekki tekist að finna þær enn, og mönnum er ekki heldur fullljóst um hreifingar þeirra, en svo lítur þó út sem þær hreifi sig í kímkseknum. Frjóvgunin er falin í því að karl- og kvennfruma sameinast mjög ítarlega (sjá 75. bls. og 86. mynd). Frym þeirra beggja blandast saman og kjarnasamruninn er mjög ítarlegur og margbrotinn og virðist það benda á að kjarnasameiningin sje aðalatriði frjóvgunarinnar. Af hinum ýmsu líffærum kjarnans (65. bls.) virðist litnið vera þýðingarmest, enda ber langmest á því hve ítarlega það skiftir sjer. Bogteinarnir (71. bls.) eru hálfu færri í kjörnum kynfrumanna en í kjörnum kynlausu frumanna (76. bls.), en þegar karl- og kvennkjarni hafa sameinast og tvíkjarninn er til orðinn eru bogteinarnir orðnir jafnmargir og gjörist í kynlausum frumum (76. bls.) og bogteinarnir halda ávalt þeirri tölu þangað til hinn nýi einstaklingur fer að gera kynfrumurnar.

Í frjóvguninni er tvent innifalið, sem ekki má blanda saman, það er örfun til þróunar og að eggði tekur á móti ákveðnum efnivið frá föðurnum. Þróunarörfun getur átt sjer stað án frjóvgunar (meygetnaður) en hitt ekki.

Kynmissir. Þess eru ekki allfá dæmi, að plönturnar missa kynæxlunina og ber að skoða það sem afturför. Orsakirnar til kynmissis eru að miklu leyti ókunnar, en þær eru að öllum lík-

indum mjög margskonar. Stundum orsakast kynmissir af bastarðgetnaði, stundum af ljósleysi, ofmiklum raka o. s. frv. Athugavert er að kynmissirinn virðist hafa í för með sjer öra kynlausa æxlun. Kynmissir er ekki sjaldgæfur meðal plantanna. Má þar til einkum nefna hinar hærri sveppategundir. Allir hásvæppir hafa nú að eins kynlausa æxlun, en alllílegt má telja, að þeir hafi haft kynæxlun fyrrum og mist kynið. Auk þess hafa all margar blómplöntur mist kynæxlunina. Skál hjer farið nokkrum orðum um eina tegund kynmissis, þá er meygetnaður nefnist.

Meygetnað kalla menn þegar kvennfruma þróast og verður að kími þótt hún hafi ekki sameinast neinni karlfrumu, eða með öðrum orðum þegar kvennfruman getur af sjer afkvæmi án þess að frjóvgun hafi átt sjer stað. Hreinn meygetnaður er alls ekki sjaldgæfur meðal hinna lægri plantna. Meðal blómplantanna er hann sjaldgæfur. Fjallalójurt og maríustakkstegundir hafa t. a. m. meygetnað. Þessum tegundum er þannig varið að frjókornin, sem á þeim vaxa, eru ónýt, og karlblómin eru jafnvel sjaldgæf á fjallalójurtinni. Þótt frjókornin sjeu ónýt og frjóvgun eigi sjer því ekki stað, þróast eggfruma þessara plantna og verður að kími, en eggfruma þeirra er frábrugðin hinum venjulegu eggfrumum blómplantanna að því leyti, að þær innihalda hálfu fleiri bogteina eða sömu tölu og kynlausu frumurnar. Meygetnaðurinn er því ein tegund kynlausrar æxlunar. Meðal annara blómplantna á nokkuð svipuð æxlun sjer stað, eða óbeinn meygetnaður; hann er í því falinn að engin frjóvgun á sjer stað og eggfruman líður undir lok, en einhver önnur fruma, ein eða fleiri, í »eggkjarnanum« nálægt frjóopinu og utan við kímsekkinn verður að kími. Þetta er eins konar brumæxlun eða með öðrum orðum: hinn nýi einstaklingur vex af brumknapp, sem kemur upp í »eggkjarnanum«. Stundum koma upp fleiri en einn brumknappur í egginu og þá innihalda fræin meira en eitt kím.

Stundum innihalda fræin meira en eitt kím og eru til þess ýmsar orsákir. Oftast nær mun það vera af því að fleiri en einn brumknappur hefur komið upp í egginu, eins og getið var um rjett á undan. En stundum eru til þess þau rök, að »egginn« innihalda meira en einn kímsekk, eða fleiri en ein af frumum kímsekkisins verða að kími, eða þá að kím það, sem verður úr eggfrumunni, klofnar á einn eða annan hátt.

2. Blómið.

Á 27. bls. gátum vjer þess að blómbloðin væru umbreytt laufbloð og hafa þau fengið sjerstaka lögum og byggingu eftir starfi sínu. Sjálfur blómstöngullinn er örstuttur og bloðin þjettstæð. Blómið er einskonar dvergagrein eða takmarkaður sprota-endi, óskiftur og umbreyttur til þess að bera kynfærin.

Blöð þau í blóminu, er mestu varða, eru sjálf æxlunarbloðin, frjóbloðin (fræflar) og fræbloðin (frævur). Kallað er að blómið sje gelt þegar æxlunarbloðin geta ekki fullnægt starfi sínu. Í allflestum blómum eru annarskonar blöð, blómhlíf, fyrir neðan æxlunarbloðin. Eru þau aðallega til hlífðar, og kallað er að blómið sje »bert« ef þau vantar. Blómið er mjög frábrugðið venjulegum sprotum, bæði að blaðlögum, blaðskipan og lögum stöngulsins.

Blómhlífarnar. Ef öll hlífabloðin í blóminu eru eins að lit og lögum köllum vjer blómhlífina einfalda, en tvöfalda þegar ytri hlífabloðin eru græn en innri bloðin hafa annan lit. Ytri hlífabloðin eru kölluð bikar, en innri bloðin króna.

Bikarinn og grænu blómhlífarnar einföldu verja þá hluta blómsins á brumskeiðinu, sem innanvið eru. Í þjettum blómskipunum eins og t. a. m. í körfunni þarf ekki slíkrar varnar með af því hvert blómið er öðru til hlífðar, enda verður bikarinn þá ör-lítill eða hverfur með öllu. Bikarinn hefur og á hendi sama starf og laufbloðin, nefnilega að vinna fæðu úr kolsýru loftsins.

Krónan er innanvið bikarinn. Blöð hennar eru þynnri og venjulegast lengri. Taugarnar í þeim eða æðarnar eru venjulegast forskiftar. Litur krónublaðanna er öðruvísi en grænn og venjulegast innihalda þau loftnæmar olíur. Hlutverk krónunnar er sumpart að hlífa fræflunum og frævunum og sumpart að hæna smádyr að blómunum með lit sínum og ilm. Krónubloðin eru skammlíf og fara venjulegast að visna þegar frjóvguninni er lokið.

Blómhlífabloðin eru annaðhvort vaxin saman innbyrðis eða laus hvert við annað. Þegar bikarbloðin eru vaxin saman er sagt að bikarinn sje samblaða, en bikarinn er lausblaða þegar bloðin eru laus hvert við annað. Þegar krónan er samblaða er blómið kallað heilkrynt, en lauskrynt þegar krónubloðin eru laus hvert við annað. Krónubloðin eru talsvert mismunandi að lögum, en einkum á það þó við hinar samblaða krónur; þær eru nefndar ýmsum nöfnum eftir lögum sinni (177. mynd). Hinn neðri hluti

samvaxinna króna er nefndur pípa, en efri og víðari hlutinn er kallaður kragi; þar sem kragi og pípa mætast er gin krónunnar. Krónublöðin eru ekki samvaxin alveg upp úr og eru efstu hlutar þeirra lausir hvorir við aðra í kraganum. Eftir stærð hinna ósamvöxnu krónublaðhluta er krónan kölluð tent, sepótt, flípótt eða skift.



177. mynd. Heilar krónur með ýmsu lagi. a, kúlulöguð króna; b, krukku-króna; c, pípukróna; d, pípulaga króna með breiðum útstæðum kraga; e, hjólróna; f, klukkukróna (af bláklukku); g, trektkróna (broddepli).

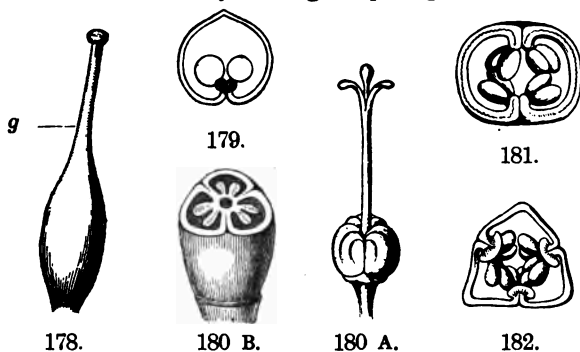
Lögun blómhlífanna, einkum krónunnar, er í nánú samræmi við það hvernig frævuninni er varið og við ætlunarverk þeirra, þ. e. að skýla kynblöðunum.

Fræflarnir (karlblöðin). Venjulegast er hver fræfill aðeins eitt blað, og má því viðhafa orðin fræfill og karlblað jöfnum höndum. Þó vitum vjer þess dæmi bæði að karlblöðin skiftast og svo að þau vaxa saman á ýmsan hátt. Mjög oft eru fræflarnir vaxnir við krónuna.

Frjókornanna var getið áður og sömuleiðis hvernig knapparnir opnast og skal hjer því fáu viðbætt. Frjóknapparnir opnast venjulegast í þurviðri, og þegar þeir eru opnaðir getur verið hætt við að frjóid vökni ef rignir, en það er ekki sem hollast oft og tíðum. Blómin eru og útbúin á ýmsan hátt til að verja frjóid fyrir vatni. Stundum er lögunin á þá leið að krónan skýlir fræflunum eins og þak, stundum eru blómin hangandi. Þá eru og oft hár eða hreistur ofan til í krónupípunni frjóduptinu til varnar, og þar við má bæta, að mörg blóm loka sjer í regni og dimmviðri. Frjó sumra tegunda þolir og að vökna og eru vatnaplönturnar einna ljósast dæmi upp á það.

Kvennblöðin og frævarnar. Á berfrævingum eru fræblöðin opin og svipar talsvert til venjulegra blaða. Þess var getið hjer á undan. Meðal dulfrævinganna vaxa fræblöðin saman og innilykja egginn; þau gera frævuna.

Frævan er samsett af einu eða fleirum fræblöðum. Hin einblaðaða fræva er einna óbrotnust að byggingarfari. Rendur fræblaðsins vaxa saman. Þar sem þær vaxa saman heitir randsaumur, en miðsaum köllum vjer miðtaug blaðsins. Eggín vaxa ávalt í blaðröndinni; þau eru þá fest við randsauminn inni í eggleginu. Á einblaða frævu er aðeins einn stíll og frænið er óklofið. Sköpu- lag samsettu frævanna er talsvert margbrotnara. Þær eru samvaxnar úr meira en einu fræblaði. Fræblöðin eru kransstæð og vaxa saman á röndunum, þannig að rendur tveggja nábúablaða gróa saman. Randsaumar eru þá jafnmargir og fræblöðin. Í samblaða frævu er eitt eggleg og einn eða fleiri stílar. Sje aðeins einn stíll er frænið skift í jafnmarga sepa og fræblöðin eru mörg.



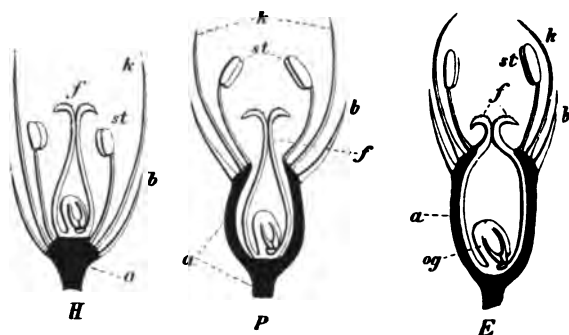
178.—182. mynd. Frævur. 178, einblaða fræva; 179, einblaða fræva þverskorin; 180 A, samblaða fræva, einn stíll, þrír frænisflpar; 180 B, sama fræva þverskorin, þrjú legrými, miðstæður eggstóll; fræblöðin eru 3 að tölu, sbr. tölu frænisflpanna; 181—182, tví- og þríblaða fræva með einu legrými.

Egglegið er einrýmt eða fleirrýmt. Einrýmt er það þegar blárendurnar eru vaxnar saman, en fjölrýmt er rendur blaðanna beygjast inn í mitt egglegið og vaxa þar saman allar, þá er og ytra borð fræblaðanna vaxið saman á talsverðu bili. Þannig koma upp jafnmörg legrými og tala fræblaðanna, og eggín eru á »miðstæðum eggstól«.

Í hverju blómi er aðeins ein samblaða fræva, en einblaða frævur geta verið margar í sama blóminu (sóleyjaættin og rósaættin), af þeim vaxa samaldini (sjá síðar).

Blómbotn. Blómblöðin eru kransstæð eða hvirfingstæð á mjög liðastuttum stöngulenda, er vjer nefnum blómbotn. Innbyrðis afstaða blómblaðanna er þreytileg eftir því hvort blóm-

stöngullinn er typtur eða holur í endann. Þegar blómbotninn er typtur er kallað að blómhlífarnar sjeu undirsættnar af því þær eru neðar á stönglinum en kynblöðin. Þá eru bikarblöðin neðst, ofan við þau krónublöðin, þar fyrir ofan fræflarnir og allra efst frævan. Stundum er blómstöngullinn holur í endann og svipaður krukku að lögun. Frævan stendur í krukkuþotninum og fyllir ekki út í krukuna, en blómhlífar og fræflar eru í krukkuþörmunum í venjulegri röð. Þá er kallað að blómhlífarnar sjeu kringsættnar (183. mynd, P). Á sumum plöntum er blómstöngulendinn einnig holur og eins og krukka í laginu. Frævan stendur og á krukkuþotninum, en er samvaxin við hana upp úr, svo stillinn aðeins er fri. Blómhlífar og fræflar eru í krukkuþörmunum, en svo lítur út sem

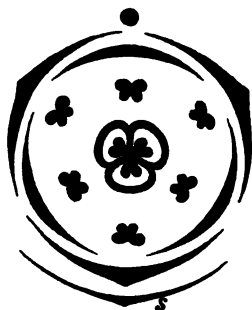


183. mynd. Blóm með undirsættnum (H), kringsættnum (P) og yfirsættnum (E) blómhlífum. a, blómbotn; b, bikar; k, króna; st, fræflar; f, frævar og þeggur.

þau sjeu á sjálfu eggleginu, af því blómstöngullinn er vaxinn saman við það.

Blómið er frábrugðið öðrum sprotum á plöntunni með tilliti til blaðskipunar og blaðfjölda. Það er langalgengast að blómblöðin eru kransstæð og skrúfstæð blómblöð eru fremur sjaldgæf (karlblóm barrtrjáanna, sumar tegundir sóleyjarættarinnar). Í hverjum krans er ákveðinn fjöldi blaða. Blöðin í yzta kransinum, bikarnum, eru skrúfstæð í fyrstu, en með aldrinum ber ekkert á því af því blöðin eru svo þjettstæð. Krónan er sannkallaður krans, því öll blöðin myndast jafnsnemma. Hálfkransblaða eru þau blóm, þar sem sum blöðin, t. a. m. krónublöðin, eru kransstæð, en sum skrúfstæð (t. a. m. fræflar og fræblöð á sóley o. fl.). Í kransblaða blómum eru venjulegast jafnmörg blöð í blómhlífa- og fræfla-

krönsunum, en færri í fræblaðakransinum. Mjög margar samkrýndar plöntur hafa t. a. m. 5 bikarblöð, 5 krónublöð, 5 frjóblöð og 2 fræblöð. Kransarnir skiftast ávallt á þannig að blöðin í einum kransinum eru undan bilinu milli blaðanna í næsta kransinum. Mjög margar tegundir hafa tvo frjóblaðakransa og þá helmingi fleiri fræfla en krónublöð, t. a. m. margar einkimblaðaplöntur (sjá 184. mynd); margar tvíkímblaðaplöntur með 5-blaða blómkrönsum hafa og 10 fræfla, t. a. m. steinbrjótstegundir o. fl. Á 184. mynd er sýnd innbyrðis afstaða blómkransanna í blómi á einkimblaðaplöntu. Neðst á myndinni er stoðblaðið (s) og efst móðurstöngull blómsins (svarti depillinn), er stoðblaðið er á. Afstaða blómkransanna sjest best á myndinni. Yst eru tveir blómhlífakransar, þá koma tveir fræflakransar og í miðjunni er einn fræblaða krans. Í hverjum kransi eru þrjú blöð.



Oft ber við að einhverja af krönsunum vantar með öllu og hafa þeir þá horfið með tímanum. Mörg blóm eru t. a. m. einkynja, en í mörgum karlblómum eru þó einhverjar menjar eftir fræblöðin og í kvennblómum eftir frjóblöðin. Þetta bendir á að blóm þessi hafi fyr meir verið tvíkynja, en sjeu nú orðin einkynja af því að annarhvor kynblaðakransinn hafi brugðist. Líklegt er þó að sumar tegundir, t. a. m. barrtrje o. fl., hafi verið einkynja frá upphafi. Alveg eins og frjó- eða fræblaðakransinn getur brugðist getur einnig farið svo að blómhlífarnar hætti að vaxa (hálfgrös). Þá eru blómin nakin. Sennilega hafa blómin þó verið nakin frá upphafi á barrtrjámum.

Blómskipanir. Mörg blóm standa ein sjer í toppi laufsprotanna, eða í kverkum laufblaðanna, og eru þá langir stöngullíðir milli hverra tveggja blóma. En verði stöngullíðirnir stuttir og stoðblöðin verði að háblöðum (sjá 27. bls.) þá er komin upp blómskipan. Blómið er óskiftur sproti en blómskipanin er margkvíslað sprotasafn. Bæði blóm og blómskipanir starfa í þarfir æxlunarinnar. Háblöðin eru miklu minni en laufblöðin og óbreyttari að lögun; þau eru venjulegast stilklaus og stundum eru þau með

184. mynd. Afstaða blómkransanna innbyrðis á einkimblaða plöntu. 5 þríblaða kransar skiftast á, s, stoðblað. (Sjá lesamálið).

öðrum lit en laufblöðin. Háblöðin líkjast lágbloðum talsvert, en eru þó grunnmjórri, þynnri og skammlífari. Þau eru ófullburða laufblöð eins og lágbloðin og svara til blaðfótsins. Agnir grastegundanna svara til blaðslíðranna og týtan til blöðkunnar. Hin svonefndu forblöð blómanna (eitt á einkímblaða plöntum og tvö á tvíkímblaða plöntum) eru og háblöð.

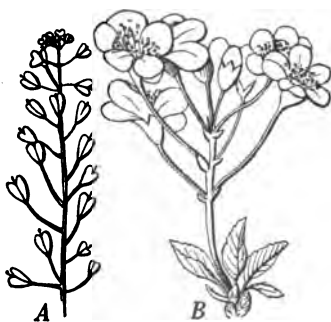
Öllum blómskipunum má skifta í tvo aðalflokka eftir því hvort þær eru miðleitnar eða miðfælnar.

Miðleitnar eru blómskipanirnar kallaðar þegar neðstu blómin springa út fyrst, en efri blómin seinna. Í þeim er venjulega ekkert toppblóm.

Miðfælnar blómskipanir eða skúfkendar skipanir hafa venjulegast toppblóm á aðalleggnum og 1—2 hliðarblóm þar fyrir neðan. Toppblómið springur fyrst út og hliðarblómin síðar.

Til miðleitinna blómskipana teljast klasi, ax, sveipur og karfa. Blómskipunarleggurinn er langur á klasanum og axinu, en stuttur á hinum. Miðleitnu blómskipanirnar eru því langar eða stuttar. Blómin eru stilkud í klasa og sveip en stilklaus eða því sem næst í axi og körfu. Yfirlit yfir blómskipanir þessar er þannig:

	Blómskipunarleggur	
	langur	stuttur
stilkud blóm	klasi	sveipur
óstilkud blóm	ax	karfa



185. mynd. A, klasi af hjartarfa.
B, hálsveipur.

Klasinn er löng blómskipan með stilkudum blómum og venjulegast er eitt háblað neðan við hvert blóm. Af plöntum með klasa má t. a. m. nefna hjartarfann (185. mynd) og horblöðku (með toppblómi). Þegar blómin í klasanum eru hjer um bil jafnhá og neðstu blómstilkarnir lengstir en styttest er ofar dregur, er hann nefndur hálsveipur (185. mynd B).

Axið er löng blómskipun með stilklausum blómum (186. mynd; græðisúra, smáöx grasa og hálfgrasa).

Rekillinn er ein tegund axa eða klasa, en hann er axinu frábrugðinn að því leyti að hann fellur af plöntunni sem ein heild þegar aldinin eru þroskuð. Sumir reklar eru samsettar skipanir.

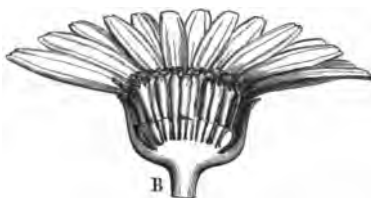
Sveipurinn og karfan eru mjög leggstutt; instu blómin eru mjög oft háblaðalaus, en neðan við blómsafnið eru allstór háblöð, reifablöðin, er skýla blómsafninu eins og bikarinn blóminu. Bikarinn í blómum þessara skipana er mjög oft veigaltill og oft alls enginn (t. a. m. körfublóm), enda er honum sannast að segja ofaukið, því reifablöðin inna starfið af höndum. Karfan líkist mest af öllum blómskipunum einni heild, og í fljótu bragði líkist hún jafnvel talsvert einu blómi. Ystu blómin (jaðarblómin) hafa oft aðra lögun og annað kynferði en



186. mynd.
Ax.



187. mynd. Sveipur.



188. mynd. Karfa.

innri blómin (hvirfilblómin) og karfan getur opnast og lokað sjer alveg eins og einstakt blóm.

Miðfælnu blómskipanirnar eru tvenskonar: kvíslskúfur og hálfskúfur. Kvíslskúfurinn er þannig, að á hverjum aðallegg eru tveir móttæðir hliðarleggir og blómskipanin lítur út sem margforkskift sprotasafn (189. mynd).

Hálfskúfurinn er þannig, að aðeins einn hliðarleggur vex á hverjum aðallegg; meginleggur blómskipanarinnar er þá liðskeftur (sjá 33. bls.). Hálfskúfurinn líkist mest klasa eða axi, þar sem blómin eru mest einum megin; hann er mjög algengur og oft enda kvíslskúfarnir í hálfskúf.

Hnoða er miðfælin blómskipan (kvíslskúfur eða hálfskúfur) með mjög þjettstæðum og leggstuttum blómum, eins og kollur að útliti. Hnoða er stundum með reifablöðum.



189. mynd. Kvíslskúfur. 1, 2, 3, 4 táknar aldursskeið blómsprotanna (1 er elst).



190. mynd. Hálfskúfur af kattarauga.

Samsettar blómskipanir. Miðleitin blómskipan er einföld eða ósamsett þegar öll blómin eru á sama legg eða þegar blómskipunarleggurinn er óskiftur. Blómskipanin er samsett þegar blómskipunarleggurinn er greindur. Leggur skúfkendu skipananna er venjulegast liðskeftur. Samsettu blómskipanirnar eru samkynja þegar allar blómskipanirnar eru eins, t. a. m. sveipir í sveip, öx í axi, klasar í klasa, skúfar í skúf, en ósamkynja eru þær þegar blómskipanirnar eru ekki eins, t. a. m. öx í klasa, körfur í hálfsvæip, skúfar í klasa, hnoður í axi eða klasa o. s. frv.

3. Frævunin.

Frjóduftið berst á ýmsan hátt frá fræflunum á frænið eða frjóopið (barrviðir), og er það nefnt frævun. Frjóduftið berst með vindi, vatni og dýrum, einkum skordýrum. Sum blóm frjóvga sig sjálf og frjóduftið fellur þá annaðhvort niður á frænið eða fræflarnir hneigjast að fræninu svo knapparnir snerta það. Byggingarfar blómanna fer mjög eftir því hvernig frævuninni er varið; einkum er mikill munur á blómum með vindfrævun og blómum með dýrfrævun.

Vindfrævun er algeng meðal hinna elstu fræplantna, barr-

viðanna, og líklega er hún hin upprunalega og elsta frævnar-
tegund. Vindfrævun er og algeng meðal grasa- og viðitegunda
og yfirleitt meðal plantna, sem bera rekla.

Vindblómin, eða blóm með vindfrævun, eru venjulegast bæði
óbrotin að byggingu og einkynja. Frjókornin eru þar utan á, og
yfirborðið sljett (þ. e. laust við ójöfnur), þau eru hnöttótt að lögun
og afarljett. Þau eru afarmörg og er engu líkara en rykský sveimi
í loftinu þegar vindurinn þýrlar þeim upp. Að öllum líkindum
stendur hinn mikli fjöldi í sambandi við það að mesti urmull fer
auðvitað að forgörðum með vindinum og berst t. a. m. á sjó eða
hamra þar sem engin kvennplanta er. Flest vindblóm hafa aðeins
fá egg í hverri frævu og stendur það að líkindum í sambandi við
þetta, að svo mikið af frjóduftinu hlýtur að farast. Frjóþræðirnir
eru oft langir, mjóir og linir og frjóknapparnir eru því oft lafandi
og hanga út úr blómunum. Vindurinn á því gott með að komast
að þeim og hrista þá (grastegundir).

Frænið er venjulegast stórt og alsett útstæðum hárum, veiði-
hárum, er frjókornin festast í. Bæði frænið og frjóknapparnir
skaga út úr blóminu þegar frævunin á sjer stað. Barrviðirnir hafa
ekkert fræni (sjá hjer á undan) og þá ekki heldur nein veiðihár,
en í hára stað hafa þeir slímdropa á frjóopinu og festast frjó-
kornin í honum.

Blómhlífar vindblómanna eru litlar og óásjálegar, grænar eða
brúnar að lit; þær eru opnar því ekki lykja þær um fræni og
frjóknappa. Blómin eru ilmlaus og engir hunangskirtlar eru í
þeim.

Vindfrævar plöntur blómgast einkum á vorin. Ýmsar þeirra
blómgast áður en laufblöðin vaxa, og hefur það meðal annars
þann kost, að lafið er ekki því til hindrunar að frjóduftið kom-
ist rjetta leið til frænanna. Vorið er venjulegast vindasamara en
sumarið, það er því heppilegt að vindblómin eru vorblóm. Blóm
og blómskipanir eru einnig oft á löngum leggjum (helma grasa-
tegundanna, götubrá), og ber því hærra en laufblöðin. Lauf-
blöðin eru þá ekki heldur neinn þrándur í götu frævnarinnar.
Ofviðri og regn er náttúrlega óheppilegt frævnarveður. Oft eru
frævur og fræflar á ólíkum aldri og verður þess getið síðar.

Dýrfrævun. Það eru einkum skordýrin, sem vinna þar að og
skordýrablóm eru því algengust. Í heitum löndum bera smáfuglar
og leðurblökur fræ milli sumra tegunda.

Skordýrin leita sjer fæðu í blómunum. Þau sjúga hunangs-kirtla blómanna og nærast þess utan á sjálfu frjóduftinu, en það inniheldur góða næringu (eggjahvítu efni, sterkju, olíu). Ilmur blómanna og litur eru leiðtogar dýranna. Skordýrablómín eru því mjög ólík vindblómunum.

Frjókornin eru venjulegast oddbaugótt; yfirborðið er broddótt, með vörtum eða einhvers konar ójöfnum og þakið einskonar límslepju; þau loða því vel við skordýrin. Frjókorn þessara blóma eru miklu færri en í vindblómunum. Stundum eru þau fastlímd hvert við annað (brönugrös). Frjóknapparnir eru oft, en alls ekki ávalt, inniluktir í blóminu. Knapphliðin, sem opnast þegar frjóð er þroskað, snýr að hunangsveginum, þ. e. að vegi skordýranna þegar þau koma í hunangsleit til blómanna.

Frænið er venjulegast lítið, með litlum eða alls engum vörtum, en yfirborð þess er límkent.

Þar eð frævun þessara tegunda er komin undir heimsókn ákveðinna skordýra er auðvitað mjög heppilegt, að plönturnar hafi einhvern þann útbúnað, er dragi að sjer athygli dýranna og bendi þeim á hvert þau eigi að fara í fæðuleit. Til þesskonar útbúnings má einkum nefna hina skrautlegu liti blómanna og ilm þeirra.

Litir blómanna eru ýmsir eins og kunnugt er, og skordýraheimsóknirnar fara nokkuð eftir litnum. Fiðrildi og bíflugur halda mest upp á ýmsa skrautliti bláa og rauða, og flugur leita einkum til gulleitra blóma. Nætúr- og kvöldfiðrildi leita einkum til hvítra blóma. Stundum geta blómin verið brúnleit, en þá eru þau og þefmikil, svo dýrin geta rakið sig áfram eftir lyktinni.

Skordýrin eiga því greiðari götu til blómanna, sem meira ber á þeim, en í því sambandi eru blómskipanirnar mjög þýðingarmiklar. Þegar blómin standa þjett, eða þegar þau eru í blómskipan, ber meira á þeim en ella. Þó eitt og eitt blóm sje óásjálegt þá verða þau vel sjáanleg er þau standa þjett. Blómskipanirnar eru þýðingarmiklar í öðru tilliti. Blóm þeirra springa nefnilega út smámsaman, þær standa því lengur í blóma en einstakt blóm og því meiri líkur eru til að frævun geti átt sjer stað.

Mörg skordýrablóm hafa allmikinn ilm. Ilmurinn vísar skordýrunum leið til blómanna og sumir halda því jafnvel fram, að ilmurinn sje betri leiðarvísir en litskrautið. Stundum fylgist að ákveðinn litur og einkennileg lykt. Af sumum brúnleitum blómum er allsterk rotnunarlykt. Oft er allmikill þefur af næturblómum

og kvöldblómum og meðal margra þeirra fer ekki að bera á lyktinni fyrir en undir kvöldið.

Blómhlífarnar hafa yfirleitt það hlutverk að skýla og vernda kynblöðin, en meðal skordýrablómanna bætist það við, að blómhlífarnar verða að vera þannig gerðar, að ákveðin skordýr hafi greiðan inngang, og að boðflennur [skordýr, sem ekki geta framkvæmt frævun] komist ekki að. Blómhlífarnar verða enn fremur að vera þannig gerðar, að þær geti varðveitt hunangið og hlíft frjóduftinu við regni. Með því að blómhlífarnar verða að innna öll þessi störf af höndum verður sköpulag þeirra talsvert margbrotið. Þannig koma upp varablóm, hunangsbúr, hár, ginvörtur og ginhreistur í gini krónanna eða krónupípunni og margt fleira. Þegar skordýrin ber að blómunum setjast þau einkum á neðri vörina. Sköpulag skordýrablómanna er yfirleitt afar breytilegt og dýrin geta að öllum líkindum þekt tegundirnar að eftir byggingarfari blómanna. Margbreytni blómanna er t. a. m. afarmikil meðal brönuhrasategundanna (yfir 6000 tegundir).

Skordýrablóm eru að ýmsu leyti sjerstaklega löguð til að hlífa frjóduftinu við regni. Frjóknapparnir eru t. a. m. inniluktir í blómhlífunum á sumum tegundum og þar að auki eru hár eða ginleppar þeim og til varnar. Lögun blómhlífanna er stundum þannig, að þær hvelfa sig eins og þak yfir frjóknappana, má þar til nefna varablómin. Meðal sumra tegunda eru blómin lotin (bláklukka), blómhlífarnar skýla þá frjóknöppunum eins og besta regnhlíf. Á öðrum tegundum eru annars konar regnhlífar, háblöð, laufblöð eða jafnvel frævustilarnir (sverðliljan). Sum blóm opna sig aðeins í góðu veðri og loka sjer þá í slæmu veðri. Á sumum tegundum breytir blómið stöðu sinni og verður lotið þegar rignir. Þetta hvorttveggja er hin besta vörn fyrir frjóduftið gegn rigningunni.

Lögun blómanna og vaxtarlag skordýranna verður auðvitað að vera í samræmi hvað við annað ef vel á að vera svo að heimsókn dýranna verði plöntunum til hags, enda er því svo varið. Ákveðin blóm eru með lögun, sem hæfir ákveðnum dýrum, og mætti skifta þeim í flokka þar eftir. Vjer látum oss nægja að aðgreina þrjá flokka, fiðrildablómin, bíflugnablómin og flugna-blómin.

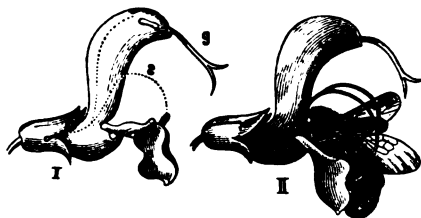
Fiðrildablómin eru með langri og þröngri krónupípu í samræmi við hinn langa og mjóa sograna fiðrildanna (191. mynd).

Dagfjörildin sækja mest að skrautlituðum blómum, en nætur- og kvöldfjörildi að hvítum blómum.



191. mynd. Náttfjörildablóm.

Krónupípa bíflugnablómanna er miklu styttri og er það í besta samræmi við lengdina á sograna bíflugnanna. Bíflugurnar verða oft að þrengja framkroppnum inn í blómin (192. mynd) til þess að ná til hunangsins. Bíflugur eru mjög ötular í hunangsléitinni. Þó



192. mynd. Bíflugnablóm. Þegar flugan kemur í blómið (II) slást fræflarnir niður á bakið á henni.

blómin sjeu lotin er það engin hindrun á vegi þeirra, en þær stinga þá sogrananum inn í þau að neðan, og vel gengur þeim einnig að opna ertublómin. Bíflugnablóm eru mjög algeng [margar grímublóma- og ertublóma-tegundir, varablóm (192. mynd)].

Í flugnablómum er auðvelt að komast að hunanginu. Þau eru hvít, gulleit eða grænleit að lit (sveipjurtir o. fl.).

Þessi flokkaskifting er nokkuð af handahófi, því að þau blóm eru tiltölulega fá, sem eru svo sjerstaklega löguð eftir ákveðnum tegundum, að aðrar komist þar ekki að. Langalgengast er að blómin verða fyrir heimsókn af margskonar tegundum.

Skordýrin sækja til blómanna til þess að leita sjer fæðu eða með öðrum orðum til þess að sækja sjer frjóduft og hunang. Vjer höfum dregið á að frjóduftið væri næringarmikið. Bíflugur flytja það heim til sín og safna sjer forða, en ýmsar bjöllutegundir eta það í blóminu. Sum blóm eru frjórík en hunangslaus, t. a. m. draumsóley, rós o. fl. og leita flugurnar þeirra einkum til frjófanga.

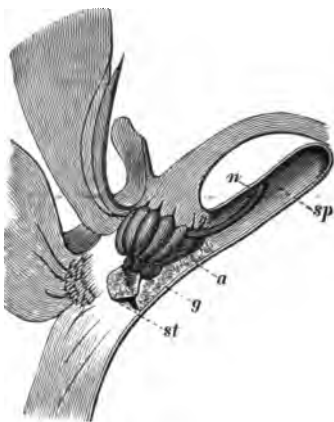
Í allflestum skordýrablómum eru hunangsberar. Úr þeim kemur sykurvökvi. Af sykurvökvanum eða hunangsvökvanum safnast oft allmikið fyrir í hunangsbúrinn, hina svonefndu spora eða hunangsspora. Hunangsberarnir geta verið á blómbloðunum

og á blómbotninum. Þeir eru ávalt á ákveðnum stað á hverri tegund og skordýrin verða því að koma við ákveðna bletti á krónunni til þess að komast að hunanginu. Meðal sumra tegunda (t. a. m. á þrilitu fjólunni) eru ákveðin merki á krónublöðunum, strik eða smáblettir með öðrum lit. Merkjum þessum er svo fyrirkomið að þau benda í áttina til hunangsbúranna og eru þau því hinn besti leiðarvísir eða hunangsvísir þegar skordýrin ber að garði. Skordýrin sækja til blómanna til þess að leita sjer fæðu eins og drepíð var á og þeim liggur auðvitað í ljettu rúmi hvort það verður plöntunni til gagns eða ekki. Gagnið fyrir plöntuna er einungis fólgið í því að flugurnar bera frjóð á milli blómanna. Skordýrin fljúga nefnilega blóm af blómi til að leita sjer fæðu. Þegar þau teygja sig inn í blómið eftir hunanginu hrynur frjóð niður á þau og er þau koma til næsta blóms hrynur frjóð af þeim og kemst þannig á frænið.

Vatnsfrævun. Allflestar vatnaplöntur teygja sig að lokunum upp úr vatninu og eru því með vindfrævun eða skordýrafrævun. En nokkrar vatnaplöntur eru ávalt í kafi; frjóduft þeirra verður því að berast með vatninu á frænið. Í þessu sambandi nægir að minna á marhálminn. Frjókorn hans eru löng og þráðlaga; þeim er því gjarnt að vefjast um frænið.

Sjálffrævun og aðfrævun. Sjálffrævun er í því fólgin að frænið frævist af frjó úr sama blóminu. Aðfrævun er kallað þegar frjóð úr einu blómi frævir annað blóm, annaðhvort annað blóm á sömu plöntunni eða blóm á öðrum plöntueinstaklingum.

Sjálffrjóvgun. Sjálffrævun hefur sjálffrjóvgun í för með sjer eins og auðskilið er, en svo lítur út sem allur fjöldi plantna forðist sjálffrjóvgunina og margar plöntutegundir eru með sjerstöku skapnaðarlagi, er miðar í þá átt að tryggja aðfrjóvgunina. Einstaka tegundum er þannig varið að þær geta alls ekki frjógað sig sjálfar. Sjálffrjóvgun er mjög óheppileg fyrir ýmsar plöntutegundir, fræin



193. mynd. Langskorið blóm af þrilitri fjólu. n, hunangskirtill; sp, hunangsbúr (spori); a, frjóknappar; g, knappband; st, fræni.

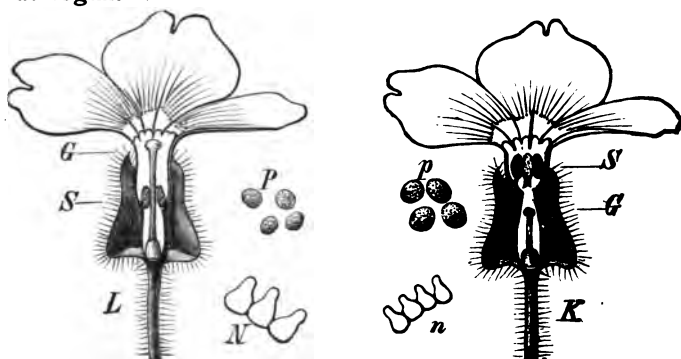
verða færri, ljelegri og minni og plönturnar, sem af þeim vaxa, verða minni og veikbygðari. Sjálffrjóvgunin er eins konar hjálp í viðlögum, er plönturnar grípa til þegar aðfrjóvgun bregðst. Þó er nokkrum tegundum tamt að frjóvga sig sjálfar (hafrar, bygg, hveiti, ertur o. fl.) og sumar tegundir geta ekki hjá því komist. Í opnum blómum verður sjálffrævun blátt áfram á þann hátt að frjóði fellur niður á frænið eða frjóberarnir snerta frænið. Sumar plöntutegundir (ýmsar fjólutegundir, skógarsúra, greiptönn, sóldögg, lindasef o. fl. o. fl.; vatnasóley og alurt stundum) eru með tvennskónar blómum, venjulegum blómum (aðfrjóvgun) og örsmáum óálitlegum blómum, sem opna sig aldrei, hinum svonefndu leyniblómum. Leyniblómum svipar mest til blómknappa á að sjá. Þau hafa venjulegast engin eða svo að segja engin krónublöð, frjóberarnir eru fáir og frjóknapparnir smáir með fáum frjókornum. Frjókornin spíra í frjóknappnum og vaxa út um hann og yfir á frænið. Frævurnar eru örsmáar og frænin ófullkomin.

Aðfrjóvgun. Þess var getið fyr að sköpulag margra blóma miðaði í þá átt að tefja fyrir sjálffrjóvgun og þar við bætist ýmislegt annað. Um einkynja blóm þarf ekki að ræða, því að þar er aðfrjóvgunin vís. Í tvíkynja blómi getur verið hætt við sjálffrjóvgun, en hana forðast margar plöntur og fara að því á ýmsan hátt.

Það er alttítt að frjóberar og frævur í sama blóminu eru misaldra, og þroskaskeið þeirra er því ekki samtímis. Hjer er um tvent að tefla, annaðhvort það að frjóvarp [þ. e. frjóknapparnir hafa opnast og tæmst] á sjer stað áður en frænið er svo þroskað að það geti haldið frjóinu, eða að frænið er alþroska löngu fyr en frjóknapparnir. Aldursmunurinn á frævum og fræflum fer talsvert eftir stærð blómanna. Hann er mestur í stórum blómum og verður minni og minni eftir því sem blómin minka. Í minstu blómunum er enginn aldursmunur og þá eru þroskaskeið frjóknappanna og frænanna samtímis. Algengara er að frjóknapparnir þroskast fyrst (körfublóm, sveipjurtir, blágresi o. fl.).

Þá er og ákveðið sköpulag eða stærðarmunur á stílum og frjóberum, aðfrjóvguninni til stuðnings. Meðal sömu tegundar eru stundum tvennskónar eða þrennskónar blóm sitt á hvorum plöntueinstaklingi en á sama þroskaskeiði. Mismunurinn á blómunum er einkum falinn í mismunandi stílalengd og mismunandi

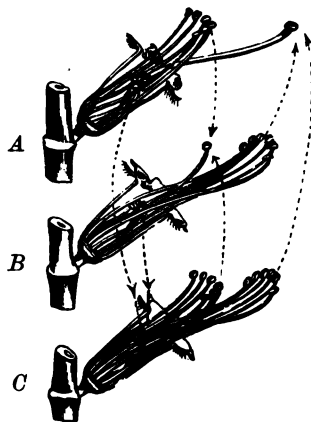
fræflalengd. Frjókorn og frænisvörtur og krónur eru og mismunandi að lögun.



194. mynd. Tegund af maríulykli. L er langstílað, K stuttstílað; G, stíllinn; S, frjóknappur; P og p, frjókorn; N og n, frænisvörtur. (Noll).

Langalgengast er að sama tegundin hafi tvennskonar blóm, langstíluð með stuttum frjóberum og stuttstíluð með löngum frjóberum. Löngu stíllarnir og löngu frjóberarnir eru jafnlangir og sama er að segja um stuttu stíllana og stuttu frjóberana. Það er því skiljanlegt, að sá hlutinn af líkama skordýrsins snertir einmitt frænin á löngu stílnum, sem snortið hefur löngu frjóberana o. s. frv. Af tegundum með tvennskonar blómum eins og hjer hefur verið getið má nefna horblöðkuna o. fl.

Sumar tegundir hafa þrennskonar blóm eða lengd stíllanna er þrennskonar og fræflalengdin er í samræmi við það einnig þrennskonar. Í langstíluðu blómnum er frævan lengst, ytri fræflakransinn er nokkru styttri og innri fræflakransinn stystur (195. mynd, A). Í stuttstíluðu blómnum er ytri fræflakransinn lengstur, þá kemur innri kransinn og frævan er styst (195. mynd C). Í miðstíluðu blómi er ytri fræflakransinn og lengstur, frævan nokkuð styttri og innri fræflakransinn stystur (195. mynd B).



195. mynd. Þrennskonar blóm af sömu tegund. Blómhlífarnar teknar burt öðrum megin. A langstílað, B miðstílað og C stuttstílað blóm. Punktalínurnar og örvaoddarnir sýna hver frævun er heppilegust. (Darwin).

Meðal plantanna með tvennskonar blómum er eðlilegast og langheppilegast að löngu fræflarnir frævi löngu frævurnar og stuttu fræflarnir stuttu frævurnar, en vel getur þó verið að stuttir fræflar frævi löngu frævurnar og langir fræflar stuttu frævurnar. Meðal þessara tegunda getur því frævun orðið með fernskonar móti. Tegundunum með þrennskonar blómum er varið á svipaðan veg. Darwin komst að raun um að afkvæmið reyndist best þegar frævun og frjóvgun hafði átt sjer stað meðal jafnstórra kynblaða (sjá 195. mynd). Meðal þessara tegunda getur því heppileg frævun orðið á 6 vegu, en þegar alt er talið getur frævun orðið á 18 vegu.

Blóm sumra annara tegunda eru með sjerstakri lögun, er miðar í þá átt að koma í veg fyrir sjálffrjóvgun eða tesja fyrir henni að minsta kosti. Í því sambandi nægir að minna á frjókekki brönugrasanna. Þeir eru svo þungir, að þeir geta ekki borist með vindi, en flytjast með skordýrum úr einu blómi í annað. Þeim er þannig fyrirkomið í blóminu, að frjóði getur ekki borist á frænið í sama blóminu eða það á mjög svo erfitt með það að minsta kosti. Þá má og nefna sverðliljuna. Blóm þrlitu fjólunnar eru þannig löguð, að skordýrið kemur ekki við frjóknappana eða frænið þegar það stingur sogramanum inn í blómið og niður í hunangsbúrið, en það frjó, sem berst með dýrinu utanað, fellur á ofurlitla blaðloku. Þegar dýrið dregur sogramann út úr blóminu snýst lokan fyrir frænið svo ekkert frjó kemst að úr sama blóminu, og flugan flýgur með það til annara blóma.

Þá er það einna stærsta skrefið til að tryggja sjer aðfrjóvgun að blómin verða einkynja. Karlblóm og kvennblóm eru oft á sama plöntueinstaklingi (eimbýli) eða sitt á hvorum (tvíbýli). Sumar tegundir eru bæði með karl- og kvennblómum og tvíkynja blómum, og er þá kallað þríbýli þegar ein plantan er með karlblómum, önnur með kvennblómum og hin þriðja með tvíkynja blómum (t. a. m. víniður, jarðarber). Þá er það og kallað ýmsum nöfnum eftir því hvort karlblóm og tvíkynjablóm eða kvennblóm og tvíkynjablóm er á sama plöntueinstaklingi eða sitt á hvorum.

4. Fræ og aldini.

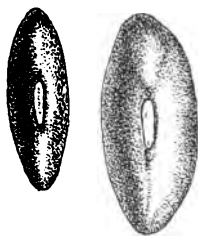
Fræ. Eggið breytist í fræ við frjóvgunina. Fræið er samsett af skurni og kjarna. Fræskurnið er orðið til úr egghimnunum. Kímið ásamt fræhvítunni (þ. e. a. s. þegar fræhvíta er í fræinu) er frækjarninn. Kímið er fóstur plöntunnar. Venjulegast líður nokkur tími, langur eða stuttur (dvalartími), frá því að kímið er fullskapað og þangað til það fer að vaxa (að »spíra«). Fræhvítan er nesti fóstursins.

Fræskurnið lykur utan um frækjarnann. Það er venjulegast safalaust eða þurt. Þar sem fræið losnar við fræstrenginn er ör og heitir það nafli. Stundum má og sjá fyrir frjóopinu á fræskurninu.

Venjulegast eru engin næringarefni í fræskurninu, enda er aðalhlutverk þess að skýla kjarnanum bæði gegn árásum dýra og ýmsu öðru. Fræskurnið drekkur einnig í sig vatn og festir fræið við jörðina með einskonar slími. Fræskurnsfrumur ýmsra plöntutegunda eru því þannig gerðar að þær geta drukkið í sig vatn. Fræin þrútna þá og geta orðið 2—5 sinnum stærri en þau voru þur.

Um kímið höfum vjer getið í byrjun bókarinnar (sbr. 1. bls.), og skal þess aðeins getið hjer, að kímrótaroddurinn veit að frjóopinu eða að naflanum (í sumum fræjum), en á þeim tveim stöðum hefur vatnið greiðastan veg inn í fræskurnið. Lega fóstursins er því hin heppilegasta, bæði af því að rótin veit að spírunarholunum og af hinu að rótin raknar fyrst við og fer fyrst að vaxa með því að vatnið kemst fyrst að henni.

Fræhvítan er venjulegast óbrotinn stuttfrumuvefur og lykur utanum kímið; sjaldgæfara er að kímið liggi næst skurninu. Fræhvítan er tvennskonar eftir því hvort frumurnar eru þunnveggjaðar eða þykkveggjaðar. Þykkveggjuð fræhvíta er oft hörð sem bein (filabeinshnotin) eða hornkend (kaffibaunin, döðlukjarninn), en þunnveggjuð fræhvíta getur verið mjölkend (bókhveiti, sum grös), slímkend, kjötkend (kókos), og stundum getur hún nálgast nokkuð hornkendu fræhvítuna (maís, bygg og hveiti), einkum þegar mjög mikið er af egghvituefnum í henni.



196. mynd. Fræ af þrjálbaunum, þurt og vatnsþrútið. Naflinn snýr upp. (E. W.)

Sem dæmi upp á fræ með fræhvítu má nefna kornið (grasaldinið). Það er hnot, en fræskurn og fræleg er vaxið saman. Á byggi og höfrum lykja agnirnar um kornið og svo er því varið meðal allflestra grastegunda. Á bygginu liggja agnirnar svo fast um kornið að engu er líkara en »skurnið« sje samsett af þrem ólíkum lögum (fræskurni, frælegi og ögnunum). Á rúgi, hveiti og mais eru agnirnar lausar við kornið. Kímið er í neðri enda kornsins. Það inniheldur mikið af eggjahvítuefnum og fitu en enga sterkju. Mestur hluti kornsins er fræhvíta. Fræhvítan er samsett af tvennskunar frumum, sterkjulausum og sterkjuríku. Sterkjulausu frumurnar eru yst í fræhvítunni eða næst skurninu. Í hveiti, rúgi og höfrum eru þær aðeins eitt frumulag en í byggi þrjú. Sterkjulausu frumurnar hafa mikið af fitu í fryminu og innihalda þar að auki meðal annars einskonar gerðarefni, sem leysir sundur sterkjuefni. Þær eru því nefndar gerðarfrumur. Innan við þær koma sterkjuríkar frumur með eggjahvítuefnum. Í fræhvítu hafa og margra annara grasategunda er talsvert af fituefnum í sterkjuríku frumunum.

Mjölið er malað korn. Í því eru smápartar úr skurninu, leifar af frumuveggjum og frymi, olía og sterkja. Á lögum sterkjukornanna má greina mjöltegundirnar að í sjónaukanum og sömuleiðis á skurnleifunum. Hratið er aðallega samsett af skurnbrotunum, en gerðarfrumurnar og ystu egghvíturíku sterkjufrumurnar loða þar við. Hrat er haft til skepnufóðurs.

Kaffibaunirnar eru fræin af kaffitrjenu. Í hverju aldini eru tvö fræ (þ. e. tvær kaffibaunir) og snúa þær flötu hliðunum saman. Á verslunarvörnunni er fræskurnið tekið burt nema það af því, sem situr í langskorunni á flötu hliðinni. Verslunarvaran er því svo að segja tómur frækjarninn. Kímið er ofurlítið og mestur hluti baunarinnar er því fræhvíta (hornkend). Fræhvítan inniheldur meðal annars eggjahvítuefni, olíu og »kaffi«.

»Kakaóbaunirnar« er kímið eða venjulegast aðeins kímblöðin úr fræi kakaótrjesins, en það hefur enga fræhvítu. Kímblöðin eru bygd úr stuttfrumuvel og innihalda eggjahvítuefni, mjög mikið af fitu, örsma sterkjukorn og theobrómn.

Venjulegast er að hvert aldini inniheldur fræ, þó eru þess dæmi að aldini sumra alijurta eru frælaus t. a. m. korintuberin (vínberjaafbrigði) og bananar.

Aldini. Aldinið er samsett af fræleginu og fræjum innan í

því. Berfrævungar bera ekki aldini, en aðeins fræ á opnum fræblöðum.

Frælegið eða aldinhyðið hefur tvennskona hlutverk, bæði að vernda fræin og stuðla að útbreiðslu þeirra. Aldinum má skifta í tvo aðalflokka eftir því hvort aldinhyðið eða frælegið er þurt eða safamikið og hvorum flokknum má aftur skifta í tvent eftir því hvort frælegið opnast eða ekki.

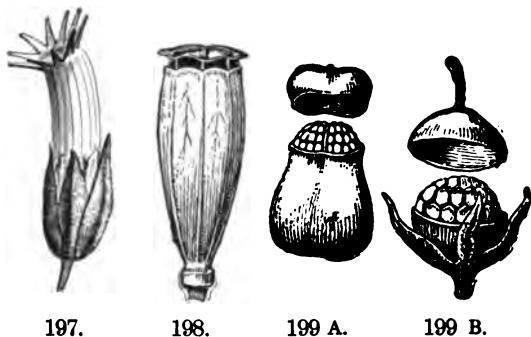
	Frælegið opnast og inniheldur venjulega mörg fræ.	Frælegið opnast ekki og inniheldur sjaldan nema 1 fræ.
Fræleg þurt, liturinn brúnleitur, gulleitur	hyði	hnót
Fræleg kjötkent	ber	steinaldin

Hýðið er þurt aldini. Það inniheldur mörg fræ og opnast með ýmsu móti svo fræin falla úr því, en sjálfst hýðið situr eftir á plöntunni. Hvernig hýðin opnast, og yfir höfuð að tala að þau opnast, er háð ákveðinni innri byggingu og því að vefirnir þorna við aldinþroskunina. Þegar regnsamt er eða loft rakafult geta hýðin lokað sjer aftur af því að vefirnir drekka í sig vatn og þrútna. Er það mjög heppilegt stundum, einkum þegar fræin eru með flugfærum.

Hýðin opnast yfirleitt á tvennan hátt: með lokum og loki. Öpið hýði líkist venjulegast opnu fláti, og eru fræin þá á botninum. Þetta hefur þá þýðingu að síður er hætt við að fræin falli til jarðar í þjettum hnapp, og ekki hristast þau út úr »skálinni« fyr en vindurinn sveiflar plöntunni fram og aftur, enda dreifast þau þá í allar áttir. Meðal ýmsra bláklukkutegunda má sjá þessa greinileg dæmi. Hýði þessara tegunda opnast með götum. Sumar tegundirnar eru með upprjettu hýði og götin eru þá og í efri endanum, en á sumum tegundunum er hýðið lotið og þá eru götin í þeim endanum, sem upp veit, en það er hinn eiginlegi neðri endi.

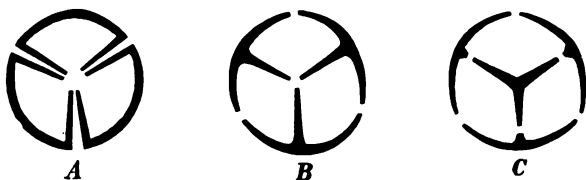
Hýðin opnast með götum (bláklukka, melasól), með tönnum (fræhyrna o. fl.) og með lokum (þegar hýðið rofnar að ofan niður

að miðju eða alveg að grunni). Hýðin geta opnast bæði í baksaumum og brjóstsaumum. Sje hýðið margrýmt er kallað að



197.—199. mynd. 197, tannhýði. 198, hýði af draumsóley, opnast með götum. 199 A, baukur; lokinu er lyft upp. 199 B, kúlumyndaður baukur; lokinu er lyft upp.

það sje veggkleyft þegar fræblöðin losna hvert frá öðru (200. mynd A), en rúmkleyft þegar fræblöðin rofna í baksaumnum (200. mynd B). Þá er og þriðji máttinn (200. mynd C), fræblöðin



200. mynd. A, veggkleyft, B, rúmkleyft hýði C, fræblöðin rofna í baksaumnum, lokurnar losna við skilveggina.

rofna í baksaumnum og lokurnar losna við skilveggina milli rúmma, en þeir standa eftir.

Þá hafa nokkur hýði sjerstök heiti. Belghýði (201. mynd)



201. mynd. Belghýði.

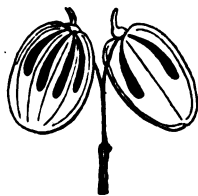
er einblaðað og opnast um brjóstsauminn (hófblaðka o. fl.). Belgurinn er einblaðað og einrýmt hýði. Það opnast með tveimur lokum (í brjóst- og baksaum). Skálpur er tvíblaðað hýði, tvírýmt og opnast með tveimur lokum. Baukur (199. mynd A og B) opnast með loki, er fellur til jarðar.

Fræin í hýðunum eru venjulega með þykku skurni og er það margbreitt að innri byggingu. Fræ sumra tegundanna eru með flugfærum (vængjum, hárum o. þ. h.).

Hnot er þurt aldini. Hún opnast ekki og inniheldur venjulegast aðeins eitt fræ, enda væri mjög svo óheppilegt að fræin



202. mynd. Deilialdini af hlyni.



203. mynd. Deilialdini af sveipjurt. Þau hanga sitt til hversrar hliðar á aldinberunum.

væru mörg, því að þau mundu þá öll spíra í einni hrúgu af því aldinið opnast ekki. Hnotin losnar við móðurplöntuna og er með ýmsum flugfærum. Hún svarar að mörgu leyti til fræjanna í hýðisaldinum og er með svipuðum útbúnaði. Frælegið líkist fræskurni hýðisfræjanna talsvert að byggingu, en sjálft fræskurnið er afarþunt. Meðal grastegunda er fræg og fræskurn vaxið saman. Flugfærin eru: vængir, hár, krókar o. fl.

Klofaaldin og liðaldin eru einskonar hnetur með meira en einu fræi. Þau skiftast í jafnmörg deilialdin og fræin eru mörg. Þau eru mynduð úr sömu frævunni öll (þ. e. deilialdinin), en smáaldini samaldinanna eru mynduð af sinni frævunni hvert.

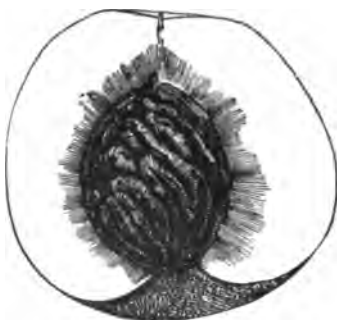
Klofaaldin myndast af margblaða frævum þannig að fræblöðin losna hvert við annað og verða hvert um sig að hnotkendu deilialdini (202. mynd). Á sveipjurtum (hlyn og möðru) eru 2 deilialdini, á varablómum og munablómum 4 og á ýmsum öðrum plöntutegundum fleiri.

Liðaldin eru þannig til orðin að frævan skiftist í liði. Í hverjum lið er eitt fræ og á milli liðanna koma upp skilveggir. Liðirnir eru oft sýnilegir utaná. Þegar aldinið er þroskað klofna skilveggirnir og liðirnir (deilialdinin) losna hver frá öðrum.



204. mynd. Liðaldin.

Ber. Frælegið er með ýmsum litum, kjötkent og stundum leðurkent allra yst. Ysta lagið er ávallt sterkast (bláber, krækiber o. fl.). Stundum er það bæði þykt og sterkt t. a. m. á appelsínunni og á sumum plöntutegundum er það ennþá sterkara, jafnvel trjekent. Berið inniheldur mörg fræ. Sáningin verður þannig að dýr eta kjötið utan af fræunum og dreifa úr þeim um leið, eða dýrin eta berin í heilu lagi og bera fræin þá oft langar leiðir [fræin eru nefnilega venjulegast ómeltanleg]. Afarmörg ber verða auðvitað aldrei dýrum að bráð en falla til jarðar; kjötlagið rotnar þá utan af fræjunum. Fræskurnið er bæði þykt og hart enda



205. mynd. Steinaldin með einum steini. Aldinkjötið er tekið burt, svo steinninn sjest í miðjunni.

þarf á því að halda, því að bæði verða fræin að þola árasir og nag dýra og áhrif magasafans. Sum fræ spíra jafnvel betur er þau hafa ferðast um maga dýranna.

Steinaldin. Frælegið er með ýmsum litum og samsett af tveim lögum, öðru kjötmiklu og safaríku og hinu beinhörðu. Harða lagið er inst og er það kallað steinn. Kjötlagið er utanum steinninn. Steinaldin innihalda aðeins eitt fræ. Fræskurnið er þunt enda hefur það næga vörn af steininum, sem utan um það er (kirsiber, valhnót o. fl.).

Í steinaldinum er venjulegast aðeins einn steinn og eitt rými, en stundum eru steinarnir fleiri t. a. m. 2 í kaffialdinu. Í krækiberinu eru og margir steinar.



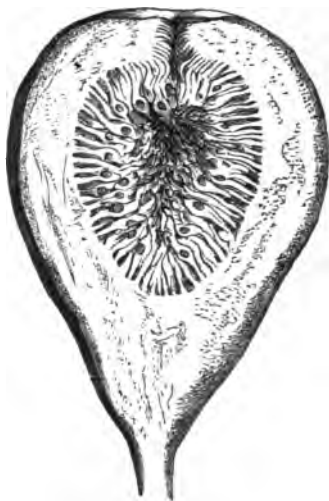
206. mynd. Steinaldin með tveimur steinum þverskorið (af kaffitrjenu).

Samaldin er samsett af mörgum smáaldinum, en hvert þeirra er orðið til úr einni einblaða frævu í sama blómi. Samaldin er því safn smáaldina í einu blómi. Smáaldinin eru hnetur (jarðarber, sól-ey), steinaldin (hrútaber), belghýði (hófblaðka).

Aldinskipan. Um leið og frævarnar breytast í aldini verður blómskipanin að aldinskipan (t. a. m. vínberjaklasi). Sumar aldinskipanir líta út sem eitt aldini og má þar til nefna fíkjuna. Fíkjann litur út einsog ber með mörgum fræjum, en hún er í raun og veru aldinskipan (lítil steinaldin) innan í holum og kjötmiklum blóm (aldin-)skipunarlegg.

Brauðaldinið er hjer um bil hnöttótt aldinskipan með kjötmiklum legg og þar að auki eru blómhlífir og háblöð kjötmikil.

Sáning fræanna. Viðhald tegundanna er trygt með æxluninni. Einstaklingurinn eignast afkvæmi og þau eru útbúin á ýmsan hátt til að breiðast út um jörðina og leggja hana undir sig, enda mundi það vera mjög óheppilegt fyrir vöxt og viðgang afkvæmanna, að fræin t. a. m. lægju í einni hrúgu kringum móðurplöntuna, því að þau mundu þá draga hvert úr annars vexti. Hinar ýmsu tegundir eru mjög misjafnlega búnar til að sá sjer heppilega. Gró ýmsra lágplantna eru sjálfhreifanleg og dreifa því úr sjer sjálf, en meðal annara tegunda er útbreiðsla fræjanna háð utanaðkomandi öflum t. a. m. vindi, vatni, vefjapenslu, dýrum, mönnum o. fl.



207. mynd. Fíkja, sjá lesmálið.

Vindsáning. Öll þau fræ og gró, sem vindurinn ber með sjer og sáir, verða að vera ljett. Ljettleikinn getur orsakast á ýmsan veg.

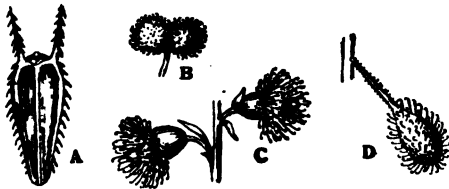
Það er æðimargt og margvíslegt alt það sem vindurinn ber með sjer úr einum stað í annan. Gró margra lágplantna berast með vindinum. Þau eru afarsmá, oft ekki stærri en örfáir þúsundhlutar úr millímetur, og eru oft allengi á sveimi í loftinu. Ýmsar smáplöntur svo sem kísilþörungur, gerlar, gersveppir o. fl., eru svo að segja alstaðar nálægar og útbreiddar um alla jörðina og mun það eflaust vera af völdum vindanna. Loftið er svo að segja fult af smáverum (gerlum, gerfrumum, sveppagróum o. fl.) og veitir stundum allörðugt að komast undan þeim og það þó læknaarnir beiti allri sinni kunnáttu. Loftið er hreinast uppi á háfjöllum og úti á reginhafi.

Fræ sumra blómplantna eru svo lítil að þau geta vel borist með vindinum (vetrarlilja, sóldögg o. fl.). Það eru til fræ, sem

Lausnarsteinar eru fræ af mímósutegund frá Vesturheimseyjum. Þeir berast með Golfstraumnum yfir hafð til Norðurálfunnar og geta spírað þegar þangað er komið. Lausnarsteinar hafa og borist til Íslands. Fræskurnið er afarþykkt og loftrúmið milli kímblaðanna ljettir fræin í sjónum.

Dýr og menn stuðla að útbreiðslu fræja og aldina á tvennan hátt; annaðhvort með því að eta aldinin og flytja fræin með sjer í maganum oft alllangt burt frá móðurplöntunni eða á þann hátt að fræ, aldini eða jafnvel heilar plöntur krækjast í þau og berast þannig oft langar leiðir.

Kjötaldinin eru tvennskonar, ber og steinaldin. Stundum eru hnotaldin í sambandi við holdmikla plöntuhluta t. a. m. á rós (holdkendur undirbikar), jarðarber (holdkendur blómbotn), flkja (aldinskipunarleggurinn holdmikill) o. fl. Dýrin (mest fuglar og apar) sækjast eftir aldinum sjer til fæðu, en liturinn er þeim til leiðbeiningar til að finna aldinin og stundum lyktin. Aldinkjötíð inniheldur sterkju, sykur og olíu eða önnur bragðgóð efni og er



214. mynd. Aldini með krókum.

því hin besta dýrafæða. Aldinin fá hvorki lit nje lykt fyr en þau eru fullþroskuð. Fuglaberir eru oft með skrautlitum eða skírum lit en þessaus (reyniber, bláber, krækiber o. fl.), en skordýraaldini eru venjulegast þefmikil og

litardauf. Hið harða fræskurn og steinninn (í steinaldinum) eru fræjunum til varnar gegn magasafa dýranna ef þau fara þá leiðina. Flugurnar bera með sjer gró ýmsra sveppategunda úr einum stað í annan; gerilteguindir og aðrar sóttkveikjur geta og borist með flugum.

Ýms stór aldini og allþung (eik, hesli, beyki) eru ekki með neinum flugfærum, en ýmsar dýrategundir svo sem íkornar og mýs sækjast mjög eftir þeim. Auðvitað týna þau oft einu og einu fræi á leiðinni eða gleyma að eta upp allan vetrarforðann og má því líta svo á sem dýr þessi stuðli að útsáningu þessara tegunda.

Aldini, sprotar og jafnvel heilar plöntur geta oft hangið í

dýrunum og flutst þannig úr einum stað í annan. Þá eru þau búin krókum. Krókfæri eru tíðust á hnotaldinum.

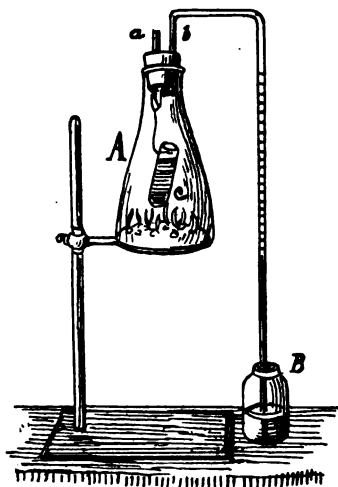
Þá stuðla mennirnir allmjög að útbreiðslu ákveðinna tegunda; er þá einkum átt við tegundir sem berast með varningi. Þannig eru ýmsar tegundir komnar til Norðurálfunnar frá Vesturheimi og frá Norðurálfunni til Vesturheims (t. a. m. »spor hvíta mannsins«, græðisúran).

IV. Næring plantnanna.

1. Andardrátturinn.

Dýr og plöntur anda að sjer súrefni úr loftinu en kolsýru frá sjer. Þetta er nefnt öndun eða andardráttur. Andardrátturinn er því ekki annað en efnabreytingar í líkömum hinna lifandi vera og ef þær hætta er lífinu lokið. Efnabreytingar þessar eru hin helsta kraftalind hinna lifandi líkama.

Með ofureinfaldri tilraun má sýna að plönturnar neyta súr-



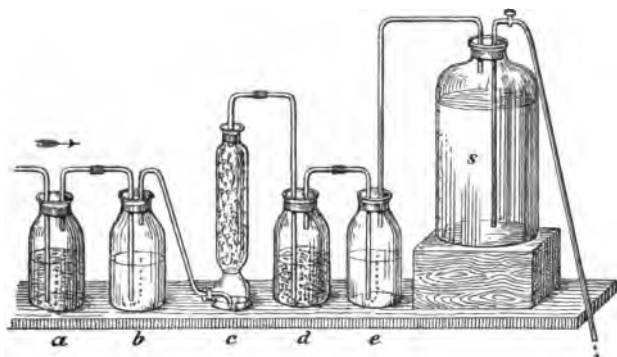
215. mynd. Værkfæri til að sýna öndunina. (Detmer).

efnis. Látum t. a. m. plöntur niður í glas (215. mynd, A); í glasið látum vjer tappa, og neðan í hann festum vjer ofurlítið glas (215. mynd, c), en í því eru efni, sem sjúga í sig alla þá kolsýru, er myndast við öndun hinna umgetnu plantna. Í tappann í stóra glasinu látum vjer enn fremur tvíbeygða glerpípu (215. mynd, b) en neðri endi glerpípunnar er í öðru glasi (B), sem inniheldur kvikasílfur. Kvika-sílfrið færist nú upp eftir glerpípunni eftir því, sem súrefnið í glasinu, A, eyðist og það hættir að hækka þegar plönturnar hafa lokið súrefninu. Til þess að fullvissa oss um að það er súrefnið, sem horfið

er úr glasinu (A), tökum vjer logandi kerti og stingum niður í glasið, og sú verður þá raun á, að ljósið slokknar þegar og sýnir það að loftið í glasinu er súrefnislaust. Vjer getum enn fremur fullvissað oss um að plönturnar hafi tekið í sig alt súrefnið og þarf ekki annað til þess en að gjöra sömu tilraunina án þess að láta

plöntur í glasið (A), og kemur þá í ljós að kvikasilfrið breytir ekki stöðu sinni.

Í litla glasinu (215. mynd, c) er barýtvökvi, hann bindur alla kolsýruna. Hvítt botnfall kemur í ljós í glasinu og er það kolsúrt barýt. Þessi tilraun sýnir oss því bæði að plönturnar neyta súrefnis og að þær anda frá sjer kolsýru. Með annarri tilraun (216. mynd) má og sýna það áþreifanlega, að plönturnar anda frá sjer kolsýru. Í glösunum a, b, d, e er barýtvatn, í glasinu c eru plöntur. Vjer látum svo loft streyma um pípurarnar úr einu glasi í annað. Kolsýran í loftinu verður eftir í glasinu a og þar botnfellist kolsúrt barýt, þegar loftið kemur í glasið b er það laust við alla kolsýru og má sjá það á því að vökvinn í glasinu helst tær.



216. mynd. Verkfæri til að sýna, að plönturnar anda frá sjer kolsýru. (Sachs o. fl.)

Loftið inniheldur því alls enga kolsýru þegar það kemur inn í glasið (c) með plöntunum, en þegar það kemur í d-glasið er allmikil kolsýra í því og sjest það á því að þar kemur í ljós talsvert mikið kolsúrt barýt. Þessari kolsýru hafa plönturnar andað frá sjer. Á plöntum, sem hafa öndunarop, fer kolsýran út um þau og súrefnið fer sömu leiðina inn í plöntuna.

Kolsýran verður til við efnabreytingar í plöntunni. Öndunin hefur því ávalt rýrnun á efnaforða plöntunnar í för með sjer.

Meðan plantan lifir andar hún stöðugt að sjer súrefni og frá sjer kolsýru. Við dauðann hættir andardrátturinn þegar í stað.

Til þess að sýna hve ör andardrátturinn er láta menn sjer venjulegast nægja að mæla hve mikilli kolsýru plantan andar frá sjer á einum klukkutíma miðað við hvert kílógramm í líkama hennar.

Það nægir þó engan veginn að mæla kolsýruna eina og ef vel ætti að vera þyrfti jafnframt að mæla, hve miklu súrefni plantan andar að sjer á sama tíma. Þetta tvent: hve mikið af kolsýru fer úr plöntunni og hve mikið súrefni kemur inn sýnir örleika andardráttarins. Oft má þó láta sjer nægja að mæla kolsýruna eina.

Andardrátturinn er misjafnlega ör meðal hinna ýmsu plöntutegunda og sama tegundin hefur misjafnlega öran andardrátt eftir þroskaskeiðinu, og er þar til skilið, að tegundirnar eigi við sömu kjör að búa. Plöntutegundir með miklum og víðum loftgöngum hafa venjulegast öran andardrátt, og að því er þroskaskeið snertir, er andardráttur örastur meðal ungra plantna eða sprota, sem vaxa ört. Meðal knolla og jarðsprota á dvalartímanum er andardrátturinn einna daufastur.

Eftirfarandi tafla sýnir hve ör andardrátturinn er meðal fáeinna jurta- og dýrategunda.

Eitt kílógramm af	hita- stig	latur frá sjer á einum klukkutíma millígr. kolsýru	tekur á mót á einum tíma millígr. súrefni
Hveitíkímplöntur 8 daga (sykur eyðist)	17°	378	286
Hörkímplöntur (fita eyðist)	17°	497	660
Kartafla í dvala	20°	7—10	5—8
Fuglategund	Stofuhiti	10492	9595
Maður		535—720	460—600
Ánamaðkur		108	101

Það er mjög komið undir æfíkjörunum, hve ör andardrátturinn er. Mest ríður á hitanum og rakanum, en þar að auki má nefna birtu, loftþrýsting og fl.

Þegar hitinn er orðinn svo lítil eða kulduinn svo mikill, að vökvar plöntunnar frjósa, hættir andardrátturinn eða verður að

minsta kosti svo daufur að ekki ber á honum. Andardrátturinn hættir einnig þegar hitinn verður svo mikill að plantan þolir ekki. Meðan hitinn er á milli þessara takmarka verður andardrátturinn því örari sem hitinn verður meiri, og andardrátturinn eykst þá miklu fljótar en hitinn. Á einum klukkutíma önduðu t. a. m. hveitíkímplöntur frá sjer við

5° 10° 20° 30° 40° hita

33 53 125 220 376 millígr. kolsýru.

Plönturnar þola venjulegast ekki meira en 40—50 stiga hita. Verði hitinn meiri fara frumurnar að deyja og þá dregur úr andardrættinum.

Þegar vatnsmegnið í plöntulíkamanum hefur náð ákveðnu lágmarki stöðvast andardrátturinn og aðrar efnabreytingar hætta þá og eða standa því sem næst í stað. Plantan eða plöntuhlutinn deyr þá eða legst í dvala.

Birtan hefur ekki bein áhrif á andardráttinn. Sumir halda þó fram að andardráttur sveppanna sje daufari í birtu en myrkri.

Andrúmsloftið er samsett af súrefni (hjer um bil 21%), köfnunarefni (hjer um bil 79%), ofurlitlu af argon og ögn af kolsýru (hjer um bil 0,08%). Köfnunarefnið hefur ekki áhrif á andardráttinn að öðru leyti en því, að það þynnir súrefnið, en til þess má alveg eins viðhafa einhverja aðra hættulausa lofttegund. Það dregur ekki heldur úr andardrættinum þó súrefnið sje þynt miklu meira ef loftið endurnýjast nægilega oft. Í hreinu súrefni eða mjög súrefnismiklu lofti deyja plönturnar eftir nokkra stund. Þó plantan sje í hreinu súrefni verður andardrátturinn ekki örari að mun, og sýnir það ljóslega að andardráttinn ber ekki að skoða sem venjulegan bruna eða einfalda ildingu af plöntuefnum.

Kolsýran í loftinu er svo lítil að hún hefur ekki áhrif á öndun plantnanna, en kolsýran getur orðið svo mikil, t. a. m. ef plantan er innilokuð á allar hliðar, að dragi úr andardrættinum.

Það sem vjer höfum getið um áhrif loftsins er miðað við venjulegan loftþunga, en áhrif loftsins eru aðallega komin undir súrefniþunga loftsins. Hreint súrefni með $\frac{1}{5}$ af venjulegum loftþrýstingi hefur sömu áhrif á andardráttinn og venjulegt andrúmsloft með venjulegri þyngd, og sje venjulegu andrúmslofti þjappað saman svo þrýstingurinn verði 5 sinnum meiri þá hefur það sömu áhrif á andardráttinn og hreint súrefni með venjulegum loftþunga.

Sár og meiðsli hafa áhrif á andardráttinn einkum þegar um

haldmikla plöntuhluti er að ræða. Andardrátturinn verður nefnilega miklu örari, en hann verður daufari og daufari aftur eftir því sem sárin gróa. Til dæmis má taka kartöflu. Hún andaði frá sjer 7 millígr. af kolsýru fyrir meiðslið, en eftir að hún var bútuð sundur, andaði hún frá sjer 63 millígr. kolsýru á fyrsta degi, 46 millígr. á öðrum degi, 10 millígr. á þriðja degi og 7 millígr. á fimta degi, miðað við kílógramm og 1 klukku tíma. Líkamshitinn eykst um leið og andardrátturinn verður örari og hjeldu menn að það stafaði alt af því að loftið hefði greiðari aðgang að vefjum plöntunnar. En svo er ekki, því að »sárahitinn« er hinn sami þó loftið sje útilokað frá sárinu. Hitinn og hinn aukni andardráttur stendur eflaust í sambandi við vöxt sarakorksins.

Sje súrefninu varnað að komast að plöntunni, t. a. m. með því að láta hana í lofttómt rúm, soðið vatn, vatnsefnis- eða köfnunarefnisloft, þá nær plantan auðvitað engu súrefni og þá getur ekki verið um eðlilegan andardrátt að ræða. Jurtin heldur þó áfram að anda frá sjer kolsýru að minsta kosti um stundarsakir. Að kolsýra getur myndast við efnabreytingar í plöntunni án þess að súrefni loftsins komist að, er svo undir komið, að önnur efnasambönd koma upp samtímis. Kolsýran inniheldur meira súrefni en plöntuefnin, og efnasamböndin, sem koma upp samtímis, hljóta því að innihalda minna súrefni. Þessi efnasambönd köllum vjer alkóhól. Það eru einkum sykurefni plantanna, er breytast í kolsýru og alkóhól. Sykrið klofnar í tvennt. Það er samsett af kolefni, vatnsefni og súrefni og klofningin lítur þannig út:

$C_6H_{12}O_6$ (sykur) = $2CO_2$ (kolsýra) + $2C_2H_5OH$ (alkóhól). Kolsýru- og alkóhólmyndunin fer þó smámsaman minkandi og plantan deyr að lokum og fer þá að rotna ef gerlar eru nálægir. Ef plantan eða plöntuhlutinn inniheldur lítið sykur (eða kolvetni, er geta breyst í sykur), þá kemur lítil kolsýra og lítið alkóhól, þegar súrefni loftsins kemst ekki að, en sje sykrið mikið þá kemur bæði mikið alkóhól og kolsýra. Það er kölluð sjálfgerð eða innvortis öndun þegar kolsýra verður til án þess að plantan nærast á súrefni loftsins. Ofurlítið alkóhól kemur oft fram í haldmiklum plöntuhlutum t. a. m. safamiklum aldinum á síðasta þroskunarskeiðinu, af því ytri frumulögin varna oft loftinu að komast að innri vefjunum.

Allflestar jurtir eru loftpurfar, það er að segja, þær geta ekki lifað án þess að fá súrefni úr loftinu. Þetta þótti óskeikul kenn-

ing alt fram að árinu 1861, en þá sýndi Pasteur fram á, að sumar gerlategundir (t. a. m. smjörsýrugerillinn) lifðu góðu lífi þótt þær fengju ekkert súrefni og að súrefnið meira að segja væri skaðlegt fyrir þær. Síðar hafa menn komist að raun um að fleiri geriltegundum (í mold, áburði og víðar) er þannig háttað. Sumar geriltegundirnar eru og þannig gerðar, að þær þrífast mæta vel hvort sem þær njóta súrefnis eða ekki. Plöntur þessar mætti kalla loftleysingja. Þær tegundirnar eru algjörðir loftleysingjar, sem geta ekki lifað við súrefni. Hálfgjörðir loftleysingjar eru þær tegundir, sem eru við hvorttveggja riðnar og geta bæði lifað við súrefni og án. Til loftleysingja teljast ýmsar gerlategundir, ýmsir gersveppir, sumar myglutegundir o. fl. Plöntur þessar þurfa þó venjulegast ákveðin næringarefni t. a. m. sykurefni, sem klfona auðveldlega. Andardráttur í orðsins eiginlegu merkingu á sjer auðvitað ekki stað meðal þessara plantna, því að þær anda ekki að sjer súrefni.

Efnabreytingar eru samfara andardrættinum. Kolsýran verður til af lifrænum efnum í plöntunni. Lifrænu efnin hljóta því að þverra meðan á kolsýrugerðinni stendur, þó einkum kolvetnin og fituefnin. Auk kolsýrunnar kemur ávalt fram vatn og hiti. Að þessu leyti líkjast þær efnabreytingar bruna, sem eru önduninni samfara. Þegar fituefnum og kolvetnum er brent breytast þau nefnilega í kolsýru og vatn og um leið verður hiti. Andardrættinum eða öllu heldur efnabreytingunum, sem honum eru samfara, er þó talsvert öðruvísi varið en venjulegum bruna. Má ráða það af því, að efnabreytingarnar eru hvergi nærri eins gagngjörðar í lifandi líkömunum. Reyndar kemur þar bæði fram kolsýra og vatn en þar að auki koma þar upp önnur efnasambönd, ófullkomin sambönd af súrefni og öðrum jurtaefnum. Þessi sambönd eru nefnd ófullkomin af því að þau geta tekið á móti meiru af súrefni. Af þessháttar samböndum má t. a. m. nefna oxalsýru, eplasýru o. fl. og munu þau verða til úr kolvetnum ofurlítið sýrðum (sýrður miðað við súrefni). Að andardrátturinn er ekki hreinn og beinn bruni má enn fremur ráða af því, að hreint súrefni örvar ekki andardráttinn að ráði, en venjulegur bruni örvast því meir sem loftið er súrefnismeira. Enn fremur bendir það í sömu átt, að efni þau, sem sameinast súrefninu við öndunina, sameinast því ekki utan líkamans, þó þau liggi þar sem súrefni kemst að.

Sennilegt er að plöntuefnin klfoni hvað eftir annað og þannig

komi upp sambönd, sem myndi kolsýru, vatn og önnur súrefnisrík sambönd, er þau sameinast súrefninu. Vjer höfum getið þess að sykrið í frumunum klofnar í kolsýru og alkóhól þegar súrefnið kemst ekki að, en þegar súrefnið kemst að alkóhólinu þá breytist það, að minsta kosti að nokkru leyti, í kolsýru og vatn. Á sjálfsgerðinni fer að bóla þegar í stað er súrefnið kemst ekki að. Krafturinn eða efnið, sem kveikir sjálfsgerðina, hlýtur því ávalt að vera boðinn og búinn í frumunum. Efnin, sem vekja allar þessar efnaklofningar, köllum vjer gerðkveikju.

Efnasamsetning gerðkveikjanna er lítt kunn. Svo lítur út sem köfnunarefni sje í þeim og sumir halda að þær sjeu skyldar eggjahvítuefnum. Þær verða til í lifandi frumum og eru mjög áhrifamiklar og tiltölulega efnislitlar. Flestar gerðkveikjur kljúfa samsett efni í minna samsett með tilhjálp vatnsins.

Gerðkveikjurnar leysast sundur í vatni og ýmsum öðrum vökvum og má því ná þeim út úr plöntunum. Þá aðferð hafa menn og haft til að rannsaka verkanir þeirra. Ekki þarf nema örlitla gerðkveikju til að umbreyta talsvert miklu af þeim efnum, sem þær hafa áhrif á. Gerðkveikjan er og því áhrifameiri sem hitinn verður meiri, þangað til ákveðnu hitamarki er náð, en það er misjafnlega hátt eftir gerðkveikjutegundunum.

Efnasundran. Sundran köllum vjer þegar efnasamböndin klofna, hvort sem það er af völdum súrefnisins eða gerðkveikjunnar. Sundranin er venjulegast í því fölginn að samsett efnasambönd klofna eða skiftast í minna samsett efni. Sundranin framleiðir og hita eða hún opnar aðrar kraftalindir.

Efnasundranin heldur stöðugt áfram eins og andardrátturinn meðan plantan lifir, en auðveldast er að athuga hana á ungum plöntum áður en þær grænka, eða ef þær eru látnar vaxa í myrkri, en á daginn felur kolsýruvinslan andardráttinn meðal grænna plantna, sem njóta birtu.

Sundran hinna holdgjafalausú plöntuefna orsakar talsverðan efnapurð í plöntunni, því að kolsýran og vatnið stafar einmitt frá þeim. Á eftirfarandi töflu má sjá, hver mismunur var á efnainnihaldi afhýddra fræja ákveðinnar tegundar og 14 daga gamla kímplantna sömu tegundar, er vaxið höfðu í myrkri.

	fræin	kímplöntur	mismunur
þurefni	grömm 100,0	grömm 94,8	grömm + 5,4
fitu	54,5	31,7	+ 22,8
frumuefni o. þ. h.	0,9	3,3	+ 2,4
sykur, sterkja	0	3,3	+ 3,3
önnur kolvetni o. fl.	5,8	17,1	+ 11,8
holdgjafasambönd	36,3	36,3	} holdgjafi og aska minka ekki.
aska	3,0	3,0	

Á töflunni sjest að fituefnin hafa gengið mjög til þurðar við spírunina. Frumuefnið og önnur þessháttar efni, sem verða til í ungu plöntunni, vega ekki á móti efnaburðinum. Ljósast má sjá hve mikið plantan hefur mist þegar hvert efni er rannsakað útaf fyrir sig, og sjest þá hinn sanni þurður á því, hve mikið hefur tapast af kolefninu. Sje nú hvert efni tekið útaf fyrir sig í fræunum og kímplöntunum, sem vjer gátum um, kemur í ljós, að efnatapið er meira en ráða mátti af þurefnistapinu.

	Aska	hold- gjafi	kol- efni	vatns- efni	súrefni
í 100 gr. af þurefni í fræum	grömm 3,0	grömm 5,8	grömm 60,5	grömm 8,8	grömm 21,3
í 94,8 gr. af þurefni í kímplöntum ...	3,0	5,8	51,5	7,8	26,3
Mismunur...	0	0	+ 9,0	+ 1,0	+ 4,7

Kolefnið og vatnsefnið fer burt í kolsýrunni og vatninu en hið aukna súrefni er í kolvetnum, sem innihalda meira súrefni en fitan.

Í dæmi þessu er sýnt efnainnihald fræja með engri sterkju. Í fræjum, sem innihalda sterkju, verða og svipaðar breytingar er þau spíra. Munurinn er þó sá, að það er einkum sterkjan, er til þurðar gengur, og súrefnismegnið vex ekki að sama skapi.

Sundran holdgjafaefnanna hefur ekki í för með sjer neinn verulegan holdgjafaburð meðal háplantanna. En eggjahvítuefnin

breytast og klofna hvað eftir annað í líkama plöntunnar og valda því ýmsar gerðkeikjur.

2. Ólífræn jurtafæða.

A. Kolsýruvinslan.

Fæða dýra og plantna breytist eða »meltist« í líkamanum. Úrgangurinn fer burt úr líkamanum, en það sem eftir verður, eða hin eiginlega næring, verður samgróid líkamanum, og breytist í hin sömu efni og líkaminn er samsettur af. Dýrin lifa venjulegast mest á lífrænum efnum, er stafa frá jurtaríkinu, en plöntur neyta bæði lífrænna og ólífrænna efna. Plantan býr til lífræn efni úr ólífrænum, t. a. m. úr kolsýru, saltþjetursýru, brennisteinsýru o. fl. Af allri matreiðslu plantnanna er einna merkilegast hvernig þær vinna fæðu úr kolsýrunni. Vjer skiftum því ólífrænu næringarefnum í tvo aðalflokka og teljum kolsýruna til fyrsta flokksins, en öll hin efnin til annars flokksins.

Plantan býr til lífræn efni úr kolsýrunni (og vatni). Það getur orðið á ýmsan hátt, en krafturinn eða hvötin kemur utan að. Ljósið veitir grænum plöntum kraft til að vinna kolsýruna. Hinar fáu ógrænu smáplöntur, sem geta unnið kolsýruna, fá kraftinn til þess eða hvötina frá ákveðnum efnabreytingum, er verða samtímis (t. a. m. saltþjeturgerlarnir).

Grænar plöntur (eða plöntur með náskyldum litum) geta með tilhjálp ljóssins unnið sjer fulla næringu úr kolsýru, vatni og steinefnum. Ógrænar plöntur að fáeinum undanteknum (t. a. m. saltþjeturgerlunum o. fl.) og dýrin geta það ekki. Kolsýruvinsla grænu plantnanna er því afarmerkileg og með henni fæst mestur hluti lífrænu efnanna. Kolsýran inniheldur þó meira súrefni en lífrænu efnin, sem úr henni verða. Við kolsýruvinsluna losnar því súrefni og fer það burt úr plöntunni. Við kolsýruvinsluna er þetta þrent að athuga, að plantan fær kolsýru inn í vefina, að súrefni losnar og fer burt og að kolefnissamböndin í plöntunni aukast.

Til þess að kolsýruvinslan geti átt sjer stað verður bæði kolsýra, ljós og græni jurtaliturrinn að taka höndum saman. Kolsýran er efnið, ljósið er kraftalindin og litberar plöntunnar eru smiðjan. Það er ofureinfalt að sannfæra sig um að plantan neyti kolsýrunnar. Tökum t. a. m. glas, fyllum það með kolsýrumiklu vatni

og látum grein af grænni plöntu niður í það; hvolfum þvínæst glasinu niður í skál með vatni (217. mynd). Skíni sólin á glasið fer skjótt að bera á loftbólum á blöðum plöntunnar, því næst lyftast loftbólurnar uppávið og smámsaman safnast saman loft efst í glasinu. Þetta loft er súrefni og má sannfæra sig um það með því að stinga glæðum niður í það; glæðurnar breytast þá í loga. Hinsvegar má og sannfæra sig um, að kolefni plöntunnar hefur aukist, og stafar það alt frá kolsýrunni. Hefði glasið verið látið standa í myrkri eða engin kolsýra verið í vatninu eða plantan ekki verið græn, þá hefði ekkert súrefni safnast efst í glasinu og engin kolsýruvinsla hefði þá átt sjer stað. Vjer gátum þess áður, að litberarnir væru smiðjan, þar sem kolsýran væri unnin, enda hafa menn komist að raun um, að það súrefni, sem frá plöntunni kemur, kemur einmitt úr litberunum.



217. mynd. Græn planta í kolsýruvatni, efst í glasinu er súrefni. Sjá lesmálið. (Mangin).

Menn hafa stundum komist svo að orði, að kolsýran klofni í plöntunni fyrir áhrifum ljóssins, en það er með öllu rangt. Kolsýruvinslan á ekkert skylt við efna-sundrun, eða með öðrum orðum hún eyðir ekki plöntuefnunum, heldur safnar hún efnaforða eða býr til plöntuefni.

Vjer vitum ekki með vissu hvernig kolsýran breytist í lífræn efni, en hinn fyrsti sýnilegi vottur um efnaöfnunina er í því fólgin, að lífrænu kolefnissamböndin í litberunum aukast að mun. Þessi kolefnissambönd köllum vjer sterkju. Hún er í sterkjukornunum (83. bls.), en þau verða til inni í litberunum (sjá 68. bls., 78. mynd); sterkjan er einkum í laufblöðunum.

Samfara sterkjusöfnuninni eiga annarskonar breytingar sjer stað í plöntunni og þær miða í þá átt að eyða sterkjunni eða breyta henni í næringu bæði fyrir blöðin sjálf og stöngulinn. Þessar breytingar (eða melting sterkjunnar) eiga sjer stað jafnt nótt sem dag, en með því að engin sterkja safnast á nóttunni sökum ljósleysis, eru blöðin svo að segja orðin sterkjulaus þegar sólin kemur upp á morgnana, en þá hefst sterkjusöfnunin aftur og þegar á daginn líður eru blöðin orðin full af sterkju. Eftir sól-arlagið fer hún svo að þverra og er svo að segja búin næsta

morgun og þá byrjar söfnunin aftur. Sterkjan í blöðunum eyðist eða leysist sundur af völdum sykrukveikjunnar.

Það er þó ekki ávalt sterkja, sem safnast á þenna hátt. Meðal sumra tegunda safnast t. a. m. sykur eða olía í stað sterkju.

Það er mjög svo komið undir tegundinni, þroskaskeiðinu og æfikjörunum hve mikil kolsýruvinslan er. Blöðin eru ekki fær um að vinna kolsýruna fyr en þau hafa náð ákveðnum aldri. Jafnvel þó að ungu blöðin sjeu græn, lifa þau þó allengi á gömlu blöðunum.

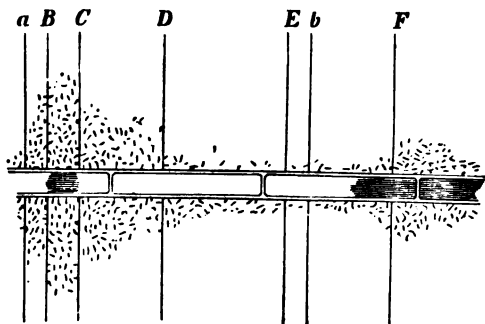
Að því er æfikjörin snertir er fyrst og fremst mikið undir því komið, hve mikil birtan er. Það er þó ekki dagsbirtan ein, sem fær er um að vekja kolsýruvinsluna, því að hana má og vekja með annarskonar birtu en sólarbirtunni. Ljós magnið hefur mjög mikil áhrif á starfið. Jafnvel þótt birtan sje dauf má verða þess vart, að súrefni fer frá plöntunni, en af því má ráða að kolsýruvinsla á sjer stað og hefur þess verið getið fyr. Kolsýruvinslan eykst eftir því sem birtan verður sterkari, en þó hvergi nærri eftir sama mælikvarða. Þegar ljósmagnið er komið á ákveðið stig eykst kolsýruvinslan ekki framar og verður jafnvel minni, af því plantan þolir ekki vel svo mikla birtu. Blaðgræna litarefnið upplitast í mjög mikilli birtu og plantan deyr þá von bráðar. Mjög mikill munur er á, hve ljóssæknar plönturnar eru og skuggaplöntum hæfir t. a. m. best talsvert daufari birta en venjuleg sólarbirta. Til kolsýruvinslunnar gengur þó aðeins lítil hluti af þeim geislum, sem plantan sýgur í sig. Mestur hlutinn breytist í hita og stuðlar að eimingu vatnsins í plöntulífkamanum.

Sólarljósið er samsett af mörgum litum, regnbogalítum. Blaðgræni liturinn sýgur í sig langmest af rauðu geislunum, lítið eitt af bláu geislunum og langminst af hinum grænu. Kolsýruvinslan er og langmest í rauða ljósinu og minst í hinu græna. 218. mynd sýnir þetta ljóst. Hún er af grænum þörungi, sem er innilokaður í vatnsdropa ásamt loftþurfa geriltegundum. Vatnsdropinn er því næst settur fyrir sjónaukann og regnbogalítum ljóssins slegið á hann. Geriltegunirnar þyrpast mest utan um þá hluti þráðarins, er láta frá sjer mest súrefni (t. a. m. BC á myndinni), og sýnir það jafnframt að rauðu geislarnir eru langötulastir við kolsýruvinsluna, en bláleitu geislarnir standa þeim næst.

Rauðir litberar innihalda rautt litarefni auk græna litarins.

Þeir sjúga mest í sig af ákveðnum grænum og bláum geislum. En það eru einmitt þeir af regnbogalitum ljóssins, er komast lengst niður í sævar-djúpið. Rauðir þörungar geta því vaxið og vaxa venjulega á meira dýpi en aðrar plöntutegundir.

Kolsýruvinsla getur átt sjer stað þótt hitinn sje á lágu stigi. Í sumum tegundum skapast jafnvel sterkja þótt hitinn komist ofur-lítið niður úr frostmarkinu, en aðrar tegundir hætta að vinna



218. mynd. Grænn þörungur ásamt gerlum í vatnsdropa. Regnbogalitum sólarljóssins er slegið á dropann, er lagður er fyrir sjónaukann. Lóðbeinu strykin eru Frauenhofers línurnar. Mest er af gerlunum þar sem mest súrefni losnar við þörunginn. (Engelmann).

kolsýruna áður en hitinn kemst niður að frostmarkinu. Kolsýruvinslan eykst eftir því sem hitinn verður meiri þangað til ákveðnum stigum er náð (16—25°). Verði hitinn meiri fer að draga úr kolsýruvinslunni og mun það einkum stafa af því að vatnseimingin vex þá um of, því að nauðsynlegt er að blöðin innihaldi nægilegt vatn til þess að vel gangi að vinna kolsýruna. Þegar vatnið þver í blöðunum lokast nefnilega öndunaropin og kolsýran á þá ekki greiðan aðgang að blöðunum. Ofmikill þurkur dregur og úr lífsafli plöntunnar yfir höfuð að tala.

Það dregur talsvert úr kolsýruvinslunni ef hið venjulega kolsýruinnihald loftsins minnar, en vaxi kolsýran verður vinslan örari þangað til kolsýran hefur náð ákveðnu hámarki. Ýmsar eiturtegundir, svo sem klóróform og vínandi, stöðva kolsýruvinsluna áður en frumurnar deyja.

Við kolsýruvinsluna safnast efni í plöntuna, en þau eyðast við andardráttinn. Það sem í raun og veru safnast fyrir í plöntunni er því mismunurinn á því, sem vinst úr kolsýrunni, og því sem eyðist við andardráttinn. Æfíkjör plantnanna hafa áhrif á kolsýruvinsluna og andardráttinn einsog getið hefur verið, en áhrifin eru ekki eins, og er þá einkum átt við áhrif hitans. Andardrátturinn eykst nefnilega eftir því sem hitinn vex, þangað til plantan deyr, en kolsýruvinslan verður miklu daufari þegar hit-

inn er orðinn 25—30 stig. Eyðing efnanna og vöxtur þeirra haldast því í hendur við ákveðið hitastig, sem er breytilegt eftir tegundunum, og við ákveðið ljósmagn, þegar dagurinn er á enda. Þar sem dagurinn er langur og hjartur kemst plantan í þetta ástand við 35—40 stiga hita, en þegar birtan er dauf og skammvinn einsog á vetrum verður það við talsvert lægra hitastig. Því er nauðsynlegt að plöntur, sem eiga að liggja í dvala að vetrinum, búi ekki við hita, nema svo sje að þær hafi í sjer mikinn næringarforða.

Þurkplöntur eru með þykkri og þjetttri húð og dregur það mikið úr kolsýruvinslunni. Þær mundu naumast bera mikið úr býtum ef þær önduðu frá sjer mikilli kolsýru á nóttunni. Andardrætti þessara plantna er og þannig varið, að þær anda auðvitað að sjer talsverðu súrefni, en þær anda ekki frá sjer kolsýru eða að minsta kosti mjög litlu. Safaplöntur (kaktus o. fl.) eru ljósaasti votturinn. Á nóttunni (eða meðan kolsýruvinslan á sjer ekki stað) myndast ekki kolsýra en eplasýra í hennar stað. Eplasýran breytist svo í kolvetni á daginn. Það er mjög heppilegt fyrir þessar tegundir að eplasýra framleiðist við öndunina í staðinn fyrir kolsýru, því eplasýran verður kyr í plöntunni en kolsýran fer burt og eyðing plöntuefnanna er því hverfandi.

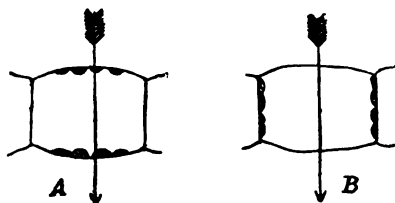
Kolsýran er unnin í litberunum. Frumur með mörgum litberum eru nefndar grænfrumur, og er þá einkum átt við grænar plöntur. Vefirnir, sem samsettir eru af grænfrumum, heita grænvefir. Grænvefir eru einkum miklir þar sem mest er unnið af kolsýrunni, það er að segja í blöðunum og sumum stönglum. Grænfruman er stutt fruma (97. bls.). Stundum eru grænfrurnar óreglulega stjarnlagaðar (lausvefurinn, 144. bls., 148. mynd, sv). Veggirnir eru þunnir og korklausir og komast því lofttegundir auðveldlega gegnum þá. Grænkornin (litberar háplantna, sjá 68. bls., 78. mynd) eru venjulegast í veggfryminu. Súlufrurnar (144. bls., 148. mynd, pa) eru einna best lagaðar til að vinna kolsýruna. Þær eru einkum í laufblöðum og í stönglum ákveðinna »blaðlausra« þurkplantnategunda.

Grænvefirnir eru þunnir og liggja innanundir yfirhúðinni. Sum þunn blöð eru tómur grænvefur að yfirhúðinni og taugum undan-teknum. Stönglarnir eru og grænir og geta því einnig unnið kolsýruna.

Grænvefirnir eru utan á plöntunum (undir húðinni) enda er

það og nauðsynlegt, því að þá geta þeir best notið ljóssins, en birtan getur stundum verið of megn og þá þurfa grænvefirir hlífðar, og skal nú getið hins helsta, er miðar í þá átt.

Þá er fyrst og fremst að geta hreifinga litberanna. Litberinn getur t. a. m. snúið sjer eftir ljósinu. Þegar birtan er dauf snýr hann hliðinni að ljósinu, en röndinni þegar birtan er mikil. Þesskonar hreifingar eru einkum þegar litberinn er stór, þunnur og breiður.



219. mynd. Ferðalag grænkornanna. Örin sýnir stefnu ljóssins. A í daufri birtu, B í skærri birtu.

Grænkornin hreifast úr stað. Þau skipa sjer í daufri birtu við þann vegginn, er snýr best við ljósinu (219. mynd A). Þegar birtan er mikil, flytja þau sig og raða sjer fram með hliðveggjunum, er snúa röndinni við ljósinu (219. mynd B).

Grænkornin í súlufrumunum eru ávalt fram með hliðveggjunum og hreifast ekki úr stað þótt birtan breytist. Súlufrumurnar virðast því vera vel lagaðar til að þola mikla birtu. Grænkorn súlufrumanna breyta þó lögun sinni. Þegar birtan er dauf hvelfast þau meira eða minna inn í frumuholið (220. mynd A) til þess að geta náð sem bestri birtu, en þau fletjast út og upp að veggjunum (220. mynd B) þegar birtan er sterk. Sökum þessara hreifinga grænkornanna verða litbrigði á blöðunum eftir því sem birtan breytist. Þau verða nefnilega grænni í skærri birtu. Þó má ekki daufri birtu en í mikilli birtu. Þó má ekki rugla þessu saman við að megn birta lýsir græna litinn.



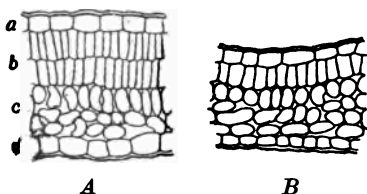
220. mynd. Tvær þverskornar súlufrumur. A í daufri, B í skærri birtu. (Stahl).

Þá er það og grænvefjunum oft til hlífðar hvernig blöðin skipa sjer gagnvart ljósinu. Smábleðlar samsettra blaða geta oft breytt stöðu sinni eftir birtunni. Þegar birtan er dauf snúa þeir hliðinni að ljósinu, en röndinni þegar birtan er mikil. Allflest blöð geta og breytt stöðu sinni á svipaðan hátt meðan þau eru að vaxa (sjá 24.—25. bls.).

Þá er það enn grænvefjunum til hlífðar gegn ofmikilli birtu, að skapnaðarfar þeirra fer oft eftir ljósmagninu. En sökum þess

að þurkur fylgir venjulegast mikilli birtu er allerfitt að greina á milli áhrifanna, sem stafa frá birtunni, og áhrifa þurksins.

Áhrif ljóssins eru einkum í því falin, að súlufrumur myndast í þeirri hliðinni, sem snýr við birtunni, eða með öðrum orðum í efra borði blaðsins (sjá 148. mynd á 144. bls.). Súlufrumurnar eru vel lagaðar til að þola mikla birtu (sjá hjer á undan). Lausvefurinn er auðsjáanlega lagaður eftir daufri birtu, því að græn-kornin geta flutt sig þar fram og aftur í frumunum. Þá veldur birtan einnig því, að súlufrumurnar verða hærri og eru í fleiri röðum (221. mynd A) þegar blaðið hefur verið í góðri birtu. Talsverður munur er því á sólblaðinu (221. mynd A) og skugga-



221. mynd. Þverskorin jarðarberjablöð. A er sólblað, B skuggablað, a og d er yfirhúð, b súlufrumur, c lausvefur.

(Dufour).

blaðinu (221. mynd B). Skugga-blaðið er þynnra og samsett af færri frumulögum en sólblaðið; súlufrumurnar eru miklu minni og óreglulegri og oft eru loftgangar milli þeirra; útveggirnar í yfirhúðarfrumunum eru tiltölulega þunnir. Sólblaðið er þykkt og samsett af fleiri frumulögum, súlufrumurnar eru hærri

og í fleiri röðum en í skuggablaðinu; yfirhúðin er þykkri og korkmikil. Ýmsar plöntutegundir geta þannig lagað blöð sín eftir birtunni, en það er auðskilið að blöðin geta aðeins orðið fyrir þess háttar breytingum meðan þau eru að vaxa.

Þá er það og komið undir áhrifum ljóssins að upprjett blöð eru jafnbyrt eða eins sköpuð á bæði borð, því að þau njóta jafnarar birtu báðum megin. Tíðast er þó að blöðin sjeu ójafnbyrt eða öðruvísi sköpuð á efra en neðra borði af því birtan er mest á aðra hliðina; efra borð blaðanna nýtur t. a. m. miklu betri birtu en neðra borðið.

B. Hin ólífrænu efni.

Til þess að komast að raun um hver hinna mörgu efna, sem plöntur innihalda (sjá 76. bls.), eru nauðsynleg, hafa menn ræktað plöntur í hreinsuðu vatni eða hreinsuðum sandi. Er þá ýms efni sett saman við vatnið eða sandinn. Efnasamsetningunni er breytt á ýmsa vegu svo það sjáist hver efni eru nauðsynleg og hver ekki.

Þegar plöntur eru ræktaðar í vatni eru næringarefnið leyst

sundur í vatni og því svo helt í glas, er tekur um 2—4 lítra. Þá er korktappi látinn í glasið. Hann er klofinn eftir endilöngu og í miðjunni er hola í gegnum tappann. Í þessa holu látum vjer



222. mynd. Bygg ræktað í næringarvökva. Í *d* er næringarvökvinn samsettur eftir hæfi. Í staðinn fyrir $\frac{2}{3}$ í *c* og $\frac{9}{10}$ í *b* af saltþjetursúru söltunum eru brennisteinssúr og fosfórsúr sölt. Í *a* var engin saltþjetursýra (og ekkert holdgjafasamband) en öll önnur efni hin sömu og í *d*. (W. J.).

kímplöntu (eða jafnvel fræ) þeirrar tegundar, er reyna skal, og troðum þurri baðmull utan með. Ræturnar vaxa þá niður í vökvann en stöngullinn upp á við. Heppilegast er að ræturnar vaxi

í myrkri, og er því gott að vefja svörtum pappír utan um glasið. Næringarvökvi þessi verður að vera talsvert þyntur, því að ræturnar sýkjast ef hann er of sterkur. Dæmi uppá þessháttar efna-blöndu er þetta:

4	þungaeningar af saltþjetursúru kalki	} leyst sundur í
1	— - saltþjetursúru kalí	
1	— - brennisteinssúrri magnesíu	
1	— - fosfórsúru kalí	
		5000—15000
		þungaeningum af
		hreinsuðu vatni

Þar að auki er sundurleyst járn látið saman við, svo sem svarar einum dropa í hvern lítra. Eigi nú að fá vitneskju um hvort eitthvert ákveðið efni sje nauðsynlegt eða ekki, þá látum vjer ekkert af því í næringarblönduna í nokkrum glösum, en mismunandi mikið í hin glösin. Hvort efnið er nauðsynlegt eða ekki má ráða af því, hvernig plönturnar þrífast. Þrífist þær t. a. m. ekki í þeim glösum, sem vantar þetta efni, en vel í hinum, þá er efnið nauðsynlegt. Á þenna hátt hafa menn komist að því, hver frumefni eru nauðsynleg fyrir plönturnar og hver efнасambönd hæfa þeim best.

Til sandræktunartilraunanna er tekinn kvartssandur. Fyrst er hann glæddur og þvínæst þveginn í saltsýru. Að því loknu er næringarefnunum blandað saman við og sandurinn vökvaður með vatni ($\frac{3}{5}$ af því, sem hann getur drukkið í sig).

Sú hefur orðið raunin á, að plöntur þrífast ekki nema þær fái ákveðin frumefni í næringunni, og efni þessi verða að vera í þeim samböndum, sem plönturnar geta unnið. Hin nauðsynlegu frumefni eru: kolefni, vatnsefni, súrefni og holdgjafi og þar að auki járn, fosfór, kalíefni, kalkefni, magnesíum (magníum) og brennisteinn. Þessi 10 frumefni eru nauðsynleg fyrir plönturnar, að minsta kosti fyrir allar háplöntur.

Kolefni, súrefni og vatnsefni fá grænu plönturnar úr kolsýru og vatni. Plöntur, sem eru ekki grænar, þurfa lífræna fæðu, að undanteknum hinum örfáu gerlum (saltþjeturgerlum t. a. m.), er geta unnið kolsýruna.

Holdgjafann vinna grænar plöntur einkum úr saltþjetursýru og ammóníaki, er þær fá úr jörðinni. Stundum geta og sumar plöntur hagnýtt sjer holdgjafa loftsins fyrir tilhjálp örlítilla geriltegunda. Öll hin nauðsynlegu frumefnin fær plantan úr jarðveginum.

Plöntunum er hægast að vinna saltþjetursýruna, en þær geta

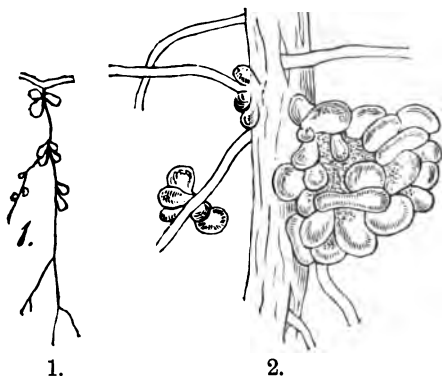
einnig unnið holdgjafa úr ammóníakinu, þó mega ammóníaksamböndin ekki vera of sterk. Óhætt er að fullyrða að saltþjetursýran er aðalholdgjafauppspretta plantnanna, því ammóníakið í jörðinni breytist af völdum örlitilla gerla fyrst í saltþjetursýr-ling og síðan í saltþjetursýru. Sumar votlendisplöntur virðast þó betur fallnar til að vinna ammóníakið, enda getur saltþjetur ekki orðið til í votlendinu.

Ljósið styður plönturnar allmikið til að vinna saltþjetursýruna, en er þó ekki ómissandi þegar á alt er litið. Myglusveppum fellur t. a. m. ljett að neyta saltþjetursýrunnar í myrkri. Saltþjetursýran er aðallega unnin í blöðunum, þó geta bæði stönglar og rætur einnig unnið saltþjetursýruna. Það er og því auðveldara að vinna þessa sýru í myrkri sem meira er af sykkurefnum í plöntunni.

Sennilegt er að saltþjetursýran og ammóníakið breytist fyrst í amíðefni og amíðefnin sameinist síðar öðrum efnum og breytist í eggjahvíuefni.

Oft virðist það vera einna fyrsta stigið til að vinna saltþjetursýruna að oxalsýran leysir hana úr samböndunum við kalksöltin og myndast þá oxalsúrt kalk. Það er einskonar úrgangur, er safnast fyrir í vefjum plantnanna, einkum í blöðunum, enda er megnið af saltþjetursýrunni unnið þar.

Sumar geriltegundir geta unnið holdgjafann úr loftinu. Tegundir þessar eru í jörðunni og eru sumar loftþurfar en aðrar loftleysingjar. Þær geta neytt hreins holdgjafa ef þær fá nægilegt sykur og nauðsynleg öskuefni (sbr. 76. bls.). Oft verður holdgjafinn, sem gerlarnir vinna úr loftinu, öðrum plöntum að liði. Það er



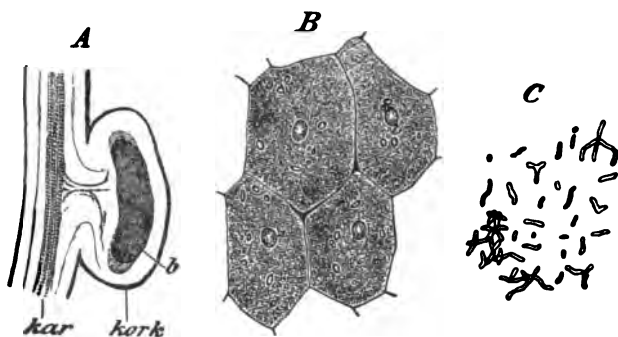
224. mynd. Hnúðar á ertublómarrótum. 1, rót-
arangi af rauðsmára; 2, af öðru ertublómi örlítið
stækkað. (E. Rostrup).

þegar orðið alkunnugt, að ertublómin og sumar aðrar tegundir geta hagnýtt sjer vinnu þessara jarðgerla. Gerlarnir þrengja sjer



223. mynd.
Gerlar, sem
breyta amm-
óníaki í salt-
þjetursýr-
ling. (Winogradsky).

inn í rótarhárin og inn í ungar rætur. Þeir aukast þar og margfaldast og verða að einskonar slímstreng, er vex gegnum frumurnar. Við það örvast vöxtur frumanna og koma þá upp hnúðar á rótunum. Hnúðarnir eru mismunandi að stærð og lögun og fer það talsvert eftir tegundunum. Stundum eru þeir óskipulega kvíslaðir og líta jafnvel stundum út fyrir að vera samsettir. Meðal sumra tegunda eru þeir á stærð við valhnót, á smáategundum eru þeir venjulega litlir. Gerlarnir eru í hnúðunum, en breiðast alls ekki frekar út í plöntunni. Öll ertublóm geta verið með þessum hnúðum hvar sem þau vaxa á jörðinni. Það stendur einnig að öllum líkindum í sambandi við þessa gerla hvað ertublómin eru rík að eggjahvítuefnum. Hnúðarnir eru korkvarðir að utan. Í miðjunni er rauðleitur og þunnveggjaður vefur. Í honum eru



225. mynd. A, ungur rötarnúður langskorinn; lítið stækkað; *kar*, leiðistrengir rötarinnar, *b*, miðvefurinn. (Tschirch). B, 4 frumur úr miðvefnum ($\frac{2}{3}\times$). Auk kjarnans og nokkurra sterkjukorna sjást margir gerlar í fryminu. C gerlarnir úr miðvefnum ($\frac{1}{4}\times$). (Frank).

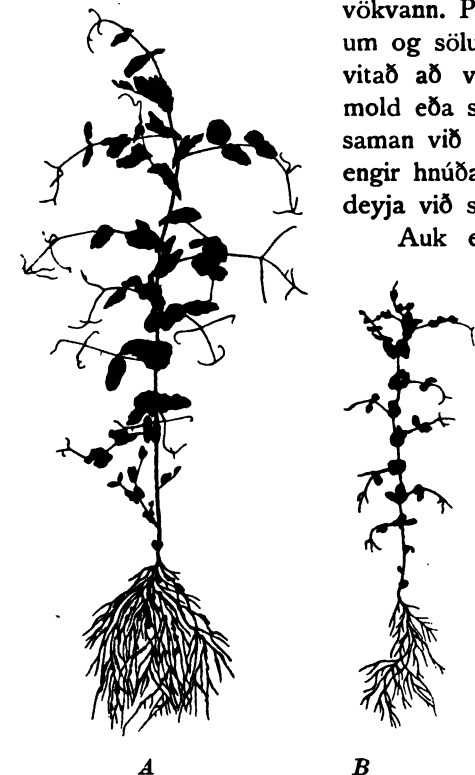
ógrynnin öll af gerlum. Gerlar þessir eru með óvenjulegri lögun, uppbólgir, óskipulega kvíslaðir o. s. frv., en þegar hnúðarnir eyðast (t. a. m. þegar einæru plönturnar deyja) og gerlarnir leika aftur lausum hala í jörðunni, þá fá þeir aftur hina venjulegu lögun og geta þá valdið hnúðum á öðrum plöntum. Eflaust valda sýrur frumusafans vanskapnaði gerlanna inni í hnúðunum, að minsta kosti hafa gerlar ræktaðir í súrum vökva einmitt fengið sömu lögun.

Svo lítur út sem það sje sama geriltegundin (*Bacterium radicicola*), er veldur hnúðum ertublómanna, en afbrigði hennar eru þá mörg og venjulega greina menn að ertugerla, smáagerla,

flækjugerla o. s. frv. Sje ertublóm ræktað í tilbúnum næringarvökva og gerlarnir útilokaðir, þá koma ekki hnúðar á ræturnar, en sje mold sett saman við úr góðum ertublómajarðvegi fer bráðlega að bóla á hnúðunum, því að í þesskonar jörð er ávalt nóg af gerlum, sem færir eru um að vekja hnúðavöxtinn. Sama marki mætti og ná með því að láta hreinræktaða gerla í næringarvökva. Þessháttar gerlar ganga kaupum og sölum (»nitragin«) og ættu auðvitað að vera góðir. En hefði soðin mold eða soðið moldarvatn verið látið saman við næringarvökva þá hefðu engir hnúðar myndast, því að gerlarnir deyja við suðuna.

Auk ertublómanna hafa t. a. m.

elri og nokkrar aðrar tegundir gerlahnúða á rótunum. Árið 1886 var fyrst sýnt fram á með vissu, að ertublóm með rótarnnúðum væru fær um að vinna holdgjafa úr loftinu. Gerlarnir í hnúðunum vinna auðvitað holdgjafann, en sykurinnihald plöntunnar hjálpar til og var minnst á það hjer rjett á undan. Menn hjeldu áður að gerlarnir dæju í hnúðunum og að ertublómin yrðu þannig aðnjótandi þess holdgjafa, er þeir höfðu safnað. En þessu er ekki þannig varið. Minstur hluti gerlanna deyr í hnúðunum, en ertu-



226. mynd. Ungar ertuplöntur ræktaðar í holdgjafalausri jörð. A, Hnúðgerlar hafa verið látnir í moldina, plantan þrífst vel og hnúðar eru á rótunum. B, Engir gerlar og engir hnúðar á rótunum, plantan þrífst ekki, vantar holdgjafa. (Errera og Laurent).

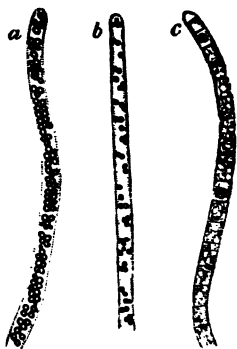
blómin njóta góðs af holdgjafanum, sem þeir ná úr loftinu.

Svo er að sjá sem barátta eigi sjer stað milli ertublómanna og gerlanna. Sjeu gerlarnir t. a. m. ræktaðir í ertublaðaseyði þá harðna þeir við og þola betur áhrifin af rótarfrumunum á eftir.

Sjeu þeir svo settir á ertublómarætur framleiða þeir hnúða en halda sinni upprunalegu lögun inni í hnúðunum, eða þola með öðrum orðum áhrifin af sýrunum í frumusafanum. Það fer og á nokkuð svipaðan hátt ef venjulegir hnúðagerlar eru settir á rætur þróttlíftillar plöntu. Hnúðarnir verða þá tiltölulega stórir og gerlarnir breyta ekki lögun sinni fyrir en seint og síðar meir þegar plantan er farin að ná sjer. Ertublómin geta og vanist gerlunum. Hnúðagerlarnir geta t. a. m. ekki orsakað nýja hnúða á sömu plöntunni, til þess þarf þróttmeiri gerla.

Öskuefnin (sjá 76. bls.) taka plönturnar úr jarðveginum.

Brennisteinninn er í eggjahvítnunum. Þess utan eru brennisteinssúr sölt í ýmsum tegundum og í sumum tegundum, krossblómum o. fl., eru brennisteinskendar, loftnæmar olíur. Grænar plöntur vinna brennisteinninn úr brennisteinssúrum söltum, en bæði brennisteinssýrlingur, brennisteinsvatnsefni og sundurleysanlegir brennisteinsmálmur eru eittraðir. Brennisteinsgerlarnir eru þó nokkuð frábrugðnir. Gerlar þessir eru með ýmsu lagi og hafa fengið þetta nafn af því að smá brennisteinskorn eru í frymi þeirra.



227. mynd. Brennisteinsgerlar: a, inniheldur mikið af brennisteini; b, hefur legið í vökva sem ekki innihjelt brennisteinsvatnsefni. Brennisteinninn er mikið þorrinn. c, hefur legið 3 daga í brennisteinsvatnsefnislausum vökva. Allur brennisteinn horfinn. Þverveggirnir sjást og safarými í fryminu. Frumurnar svelta. (Winogradsky).

Litarlausir brennisteinsgerlar þráðagaðir eru alltifórir í uppsprettum og fenjum, er innihalda brennisteinsvatnsefni. Rauðleitir brennisteinsgerlar (purpuragerlar) eru einkum fram með ströndum þar sem þang rotnar. Purpuragerlar eru með ýmsri lögun og eru sumir þeirra undnir eins og skrúfgangur. Stundum er svo mikið af þeim, að þeir lita fjörunnar á stórum svæðum. Gerlar þessir valda þó ekki því, að brennisteinsvatnsefnið myndast, en þeir nota það sem fæðu. Fyrir tilverknað þeirra sameinast brennisteinsvatnsefnið súrefni og breytist þá í brennistein og vatn ($2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = \text{S}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$). Brennisteinninn safnast fyrir í fryminu og er einskonar forði. Þegar til efnasundrunar kemur virðist hann að nokkru leyti vera í stað lífræna efna. Hafi gerlarnir ekki aðgang að brennisteinsvatnsefni eyðist brennisteinsforðinn skjótt og gerlarnir deyja; þeir þurfa enga eða nálega enga lífræna fæðu sökum þess

að þeir geta hagnýtt sjer brennisteinsvatnsefnið, enda eru brennisteinsvötn venjulegast mjög fátæk af lífrænum efnum.

Fosfórinn er einkum í lífrænum holdgjafasamböndum t. a. m. í kirni o. fl. Fosfórsúr sölt eru einnig í plöntunum. Plönturnar vinna fosfór einkum úr fosfórsúrum söltum, en mjög lítið er af þeim bæði í jörðinni og sjónum og eru jurtirnar því talsvert sparneytnar á hann.

Kalíefnið er einkum í kalísöltum í plöntunni og er mikið af því í forðarótum, forðastönglum o. s. frv. Kartöflur, rófur, tóbak og aðrar tegundir með miklum kolvetnum eru talsvert kalíríkar. Brennisteinssúrt, saltþjetursúrt og fosfórsúrt kalí hentar plöntunum best; klórkalíum geta þær einnig notað. Kolsúrt kalí er óholt og brennisteinskalíum er eitrað.

Kalkefnið er einkum í kalksöltum í plöntunni. Um oxalsúrt og kolsúrt kalk höfum vjer getið fyr (80. bls. og 92. bls.). Eftir því sem blöðin eldast verða þau ríkari af kalksöltum. Þessi kalksölt eru einskonar úrgangur úr fæðunni og falla til jarðar með blöðunum. Mjög lítið kalk er venjulegast í forðarótum og forðablöðum, enda er víðast hvar nægilegt kalk í jarðveginum, er plönturnar geta náð með rótunum. Yfirleitt virðist kalkið ekki hafa beina þýðingu fyrir plöntulífið. Í ungvefjum plantnanna er t. a. m. svo lítið kalk, að erfitt er að finna það, og sumar lágplöntur þrífast vel án kalks. Plönturnar vinna kalkefnið úr sundurleysanlegum kalksöltum. Klórkalkefni er ekki heppilegt og brennisteinskalkefni er eitrað.

Um magnefnið er það að segja, að það er nauðsynlegt fyrir plönturnar, en ókunnugt er hverja þýðingu það hefur.

Járnið er nauðsynlegt, því að án þess kemur ekki blaðgræni liturinn. Það er og nauðsynlegt fyrir ógrænar plöntur. Þegar grænar plöntur fá ekki nóg af járnri verða þær fölar, en þær læknaast fljótt ef þeim er gefið járn í tíma. Járneineldissamböndin eru venjulegast eitruð. Járngerlarnir, langir þráðlagaðir gerlar, þrífast þó vel í vatni, sem inniheldur sambönd af kolsýru og járneineldi. Fyrir tilverksað þeirra virðist járneineldið breytast í járnviöldi (ryð) og myndast þá ryðskeiðar utanum gerlana.

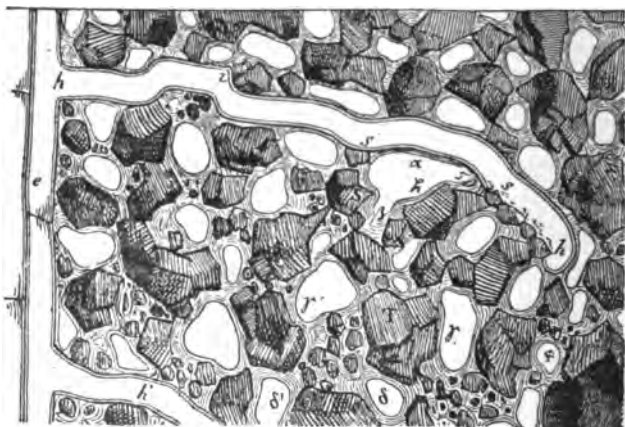
Ónauðsynleg öskuefni teljum vjer klór, natríum og kísil. Efni þessi eru í ösku allflestira plantna. Einna mest af klór er í saltplöntum, en ekki virðist það þó nauðsynlegt, því að plönturnar þrífast vel í næringarvökva, sem inniheldur ekki klór.

Natur vinna plöntur úr natrónsöltum, en ekki eru þau nauðsynleg, jafnvel ekki fyrir strandplöntur.

Kísil vinna plönturnar úr kísilsamböndum. Um kísil höfum vjer getið fyr (92. bls.).

Þá má ennfremur nefna jóð. Af því er allmikið í sæþörungum. Flúor, zínk, almín og mangan finst einnig í ösku plantanna.

Þó vjer teljum efni þessi ónauðsynleg er ekki þar með sagt að þau sjeu með öllu ónýtt plöntunum. Þau hafa t. a. m. áhrif á ástand jarðvegsins og það hefur verið sýnt fram á, að plantan þarf meira af nauðsynlegu efnunum þegar ónauðsynlegu efnin vantar.



228. mynd. Skýringarmynd. Samsetning jarðvegsins. Vinstra megin ung rót, húðfrumur hennar (e) verða að rótarhárum (h h¹), er smjúga á milli smásteinanna (N. S.), β er vatn γ, δ o. s. frv. loft. (Sachs).

Jarðvegurinn. Jarðvegurinn er yfirleitt samsettur af þessu þrennu: 1) föstum hlutum, sumpart ólífrænum (smásteinum, sandkornum), sumpart lífrænum (moldkendar leifar dýra og jurta), 2) vatni (það er sumpart í holum milli moldarkornanna eða loðir við þau; í vatninu eru ýms sundurleyst efni) og 3) lofti. Loftið er mjög nauðsynlegt, því að án þess geta ræturnar ekki andað, en þegar jarðvegurinn verður vatnsósa rekur vatnið loftið á braut og þá deyja rætur margra landplantna; gerlar þróast þar vel, sem þurfa ekki súrefnis við; þeir hafa skaðleg áhrif á jarðveginn og gera hann «súran». Á 228. mynd er sýnd innbyrðis afstaða rót-

arháranna og hinna ýmsu hluta jarðvegsins. Í grýttum og þjettum jarðvegi eiga ræturnar erfiðara að komast áfram en í gljúpum sand- eða moldarjarðvegi. Loftið á einnig erfiðara að komast niður í þetta jarðveginn.

Jörðin sýgur í sig ýms efni bæði lífræn og ólífræn og heldur þeim mörgum hverjum svo föstum, að þau nást ekki fyr en moldin er þvegin upp úr mjög miklu vatni eða efnabreytingum komið á. Af næringarefnum plantnanna sýgur jörðin einna mest í sig af kalí og fosfórsýru og ammóníaki. Saltpjetursýruna sýgur jörðin svo að segja ekki í sig, er því auðvelt að fjarlægja sýruna með vatni.

Vatnið í jörðinni er venjulegast mjög þynt efnasundurlausn, og ber þar mest á kalki og magnesíu. Þó vel sje borið á verður sundurlausnin ekki verulega sterkari, að minsta kosti ekki til langframa, af því jörðin sýgur áburðarefnin í sig. Vel getur verið mikill næringarforði í moldinni þótt jarðvatnið sje þunn sundurlausn (0.02 — 0.1 % sölt). Það verða venjulegast hvorki miklar nje skyndilegar breytingar á efnamagni jarðvatnsins, enda er það og heppilegast fyrir plönturnar.

Moldin. Miklar breytingar verða á leifum dýra og jurta og öðrum lífrænum efnum í efra borði jarðvegsins. Breytingarnar eru ýmislegar og fer það bæði eftir því hvernig efnin eru samsett og hinu, hvort loftið hefur þar greiðan aðgang eða ekki. Þær orsakast sumpart af áhrifum súrefnis, sumpart af gerð eða rotnun. Et súrefnið hefur greiðan aðgang sundrast lífrænu efnin algjörlega og verða að ólífrænum efnum, kolsýru, vatni, ammóníaki, saltpjetursýru o. s. frv. Venjulegast safnast þó saman talsvert af hálf-sundruðum lífrænum efnum eða moldarefnum. Þau eru venjulegast dökkleit að lit og kolefnisrík og virðast venjulegast vera holdgjafasambönd. Moldarefnin breytast stöðugt, eftir því sem loftið kemst betur að þeim og þau mundu hverfa með öllu, ef nýjar kynslóðir dýra og jurta legðust ekki lík og yrðu að nýjum moldarefnum. Allar þessar moldarbreytingar eru mjög svo flóknar. Þær eru sumpart hreinar efnabreytingar, en sumpart orsakast þær af áhrifum ýmissa geriltegunda og dýra t. a. m. ánamaðka.

Þegar moldin er nokkurnvegin jafnrök og alveg laus við uppstöðuvatn, og ef henni er ekki mjög hætt við að þorna upp sakir vinds eða sólarhita, þá er hún góður bústaður fyrir ánamaðkana. Þeir grafa sig gegnum moldina niður í ákveðna

dýpt, og moldin sjálf gengur gegnum innýfli ormannna. Gangarnir, sem ormarnir grafa, leiða loftið niður í moldina, en við það örvast gerlavinna í moldinni og grjótmolarnir molna miklu fljótar. Moldin verður ekki »súr« af því að gerlarnir, sem ekki þola súrefnið, geta ekki lifað í svo loftgóðum jarðvegi.

Þar sem jarðvegurinn er svo blautur, að loftið kemst ekki að, er sundran efnanna mjög svo ófullkomin, því súrefnið kemst þar ekki að. Hinni ófullkomnu sundran valda þá gerlar, sem geta lifað án súrefnis. Mold safnast þá stöðugt fyrir og moldarlagið verður dýpra og dýpra með tímanum. Mold þessi er »súr« og köllum vjer hana mó. Mórinn er algengur í mýrum og flóum eins og kunnugt er.

Þar sem moldin er auðug af lífrænum efnum og súrefni kemst ekki að myndast enginn saltpjetur, en holdgjafasamböndin breytast þá í ammóníak. Hreinn holdgjafi getur og myndast í þessháttar jörð og fer hann þá burt; moldin missir þá dýrmæt næringarefni. Í þessari jörð hafa ákveðnar gerlategundir mjög mikla þýðingu. Gerlarnir geta bæði lifað við súrefni og án þess, en þegar þeir ná ekki sjálfu súrefninu úr loftinu taka þeir það úr saltpjetursýrunni, sem er í jörðinni eða er borin þar á. Því meiri lífræn efni sem moldin inniheldur því meira eyðist af saltpjetrinum. Það er því óheppilegt að nota saltpjetur og dýraáburð samtímis til áburðar.

Rætur plantanna geta leyst ýms efni úr jarðveginum. Ræturnar anda frá sjer kolsýru jafnt og hinir aðrir lifandi hlutar plöntulíkamans, og kolsýran stuðlar að efnaleysingu í jarðveginum. En það er þó einkum ákveðinn hluti rótarinnar, hárabeltið, sem fær er um að leysa efni sundur, því að hárin láta frá sjer fara súran vökva (lífrænar sýrur, súr fosfórsambönd). Það er ofurauðvelt að sannfæra sig um þetta. Látum t. a. m. marmaramola neðst í jurtaþott og gróðursetjum þar einhverja plöntu. Að nokkrum tíma liðnum má þá sjá för rótanna í marmaranum. Rótarhárin hafa nefnilega leyst sundur marmarann (kolsúrt kalk). Víða má sjá þess dæmi, að rætur leysa sundur ýmsar steinategundir, og skófirnar vinna jafnvel á blágrýtinu.

Rætur plantanna gera meira en að leysa efnin upp, þær leiða vatn og næringarefni inn í plöntuna úr jarðveginum. Ræturnar verða að vera bygðar á ákveðinn hátt til þess að þær geti framkvæmt þessi verk. Þær verða að vera langar og

mjóar og liðlegar svo þær geti beygt sig og sveigt inn á milli moldarkornanna. Yfirborðið verður að vera þannig að vökvar geti sogast gegn um það, og eftir því sem yfirborðið er stærra geta ræturnar notað jörðina betur. En yfirborð þeirra vex á þann hátt að þær kvíslast og þekjast hárum. Þá verða ræturnar og að geta framleitt gerðkveikjur og sýrur, er geti umbreytt efnum moldarinnar. Allir þeir plöntuhlutar, er vinna sem rætur, eru og þannig skapaðir. Rætur eru þrenskonar: svepparætur, rætlingar og eiginlegar rætur.

Svepparæturnar eru mjög kvíslaðar þráðfrumur (sbr. 97. bls.) og leiða einkum lífræn efni.

Rætlingar eru á ýmsum lágplöntum, t. a. m. sumum þörungategundum, er vaxa í gljúpum jarðvegi, og meðal mosategunda eru rætlingar mjög algengir. Þörungafestarnar (56. bls., 69. mynd) eru ekki rætlingar, því þær leiða engin næringarefni inn í plöntuna, en eru aðeins til að festa hana við grjótið. Rætlingarnir eru einfaldir eða kvíslaðir þræðir. Þeir eru ein fruma eða þó stundum aðeins neðri partur frumunnar. Mjög algengir eru þó fjölfruma rætlingar, því þræðirnir deilast oft með þverveggjum. Meðal mosategundanna eru þverveggir rætlinganna ofurlítið skáhallir. Rætlingarnir líkjast þannig talsvert rótarhárum að byggingu, en eru þeim algjörlega frábrugðnir, að því er kvíslingarfar og ýmislegt annað snertir. Munurinn á rætlingum og rótum er yfirleitt falinn í byggingunni. Störfin eru hin sömu, og rætlingarnir eru t. a. m. jarðsæknir eins og rótin og ljósfælnir (en rótarhárin eru ekki ljósfælin); þeir kvíslast einsog rætur. Endinn á mosarætlingunum líkist meira að segja rótarhári og getur fest sig við moldina.

Burknungar og blómplöntur hafa eiginlegar rætur. Á forkími burknunganna eru þó einungis rætlingar. Rótarhárin eru mjög þýðingarmikil. Hve mörg og hve löng þau eru er komið undir ytri kjörum og þörfum plöntunnar. Í röku lofti verður stundum hver einasta yfirhúðarfruma rótanna að rótarhári. Reiknað hefur verið að 425 rótarhár kæmu á hvern ferhyrningsmillímetra af maísrót, sem óx í röku lofti. Í þurru lofti eru rótarhárin miklu færri. Rótarhárin eru tiltölulega mörg meðal þeirra plantna, sem mikið vatn gufar úr, en tiltölulega fá þegar plantan missir lítið vatn.

Samsetning jarðvegsins og ástand hefur mjög mikil áhrif á vöxt rótanna. Sjé til að mynda lítið af næringarefnum í mold-

inni verða ræturnar langar og breiða sem mest úr sjer til þess að ná sem mestum forða. Sandgróður er ljóst dæmi upp á þetta; ræturnar verða afarlangar og kvíslast fram og aftur um sandinn. Sama raun verður á ef plöntur eru ræktaðar í vatni með litlum næringarforða, ræturnar verða þá miklu lengri en í vatni með meiri forða. Vaxi ræturnar í jarðlögum, sem eru misjafnlega rík af næringarefnum, þá kvíslast ræturnar mest í næringarríka jarðlaginu og bendir það einna ljósast á, hve mikil áhrif jarðvegurinn hefur á ræturnar. Vatnið í jarðveginum hefur og áhrif á ræturnar. Sje jarðvegurinn t. a. m. ekki ofblautur, en þó misrakur, þá leita ræturnar til rakari blettanna, en sje jarðvegurinn svo blautur að hætt sje við loftleysi, þá leita ræturnar þar undan. Rætur fjarlægjast ofheita og ofkalda staði. Ræturnar forðast t. a. m. ísinn í jörðinni í heimsskaotalöndunum.

Rótin vex ekki ávalt samtímis og ofanjarðarsprotarnir. Rætur lauftrjána vaxa talsvert seinni part sumars og á haustin, veturinn dregur úr vextinum, en með vorinu fara ræturnar aftur að vaxa. Þegar trjen fara að laufgast er fjöldinn allur af rótum þegar kominn að vinnu.

Vatn úr loftinu. Allflestar landplöntur taka vatnið úr jörðinni um ræturnar, og þótt regn, dökk og þoka væti blöð og stöngla þá tekur plantan annaðhvort ekkert eða örlítið vatn í sig á þann hátt. Regnfallið hefur þó mikla þýðingu fyrir plöntur, sem vaxa á trjám eða klettum (fjettur og mosa).

Þó eru sumar plöntur sjerstaklega lagaðar til að hagnýta sjer vatnið úr loftinu, einkum plöntur, sem vaxa á öðrum plöntum, og eyðimarkaplöntur, það er að segja: plöntur, sem eiga við óvenjuleg kjör að búa og er hætt við að þorna upp. Að tegundir þessar geta neytt vatns úr loftinu er einkum komið undir blaðlögum þeirra, skapnaðarfari yfirhúðarinnar og ákveðnum hárum (soghárum). Loftrætur sumra tegunda eru og til þess gerðar að ná vatni úr loftinu.

Hvítmossarnir eru og bygðir á þann hátt að þeir ná vatni úr loftinu. Í þeim eru ákveðnar frumur, vatnsfrumurnar. Vatnið kemst inn í þær um ofurlítið op og leiðist þaðan um alla plöntuna. Þegar plantan er vatnsþrungin er hún grænleit á lit og eins og votur svampur á að þreifa. Þegar vatnið er gufað upp úr vatnsfrumunum er plantan hvítleit af því að þá fyllast þær af lofti, — þaraf er dregið nafnið hvítmosi.

8. Lífræn jurtafæða.

Meðan plantan er á fósturskeiðinu er hún ósjálfbjarga og nærast á móðurplöntunni, og þegar hún fer að lifa sjálfstæðu lífi (fræin fara að spíra) nærast hún í fyrstunni á nestinu, sem móðurplantan hefur gefið henni. En eftir það skilja vegir. Sumar plöntur geta úr því fætt sig sjálfar á ólífrænum efnum, sem þær ná úr loftinu og jarðveginum. Þær köllum vjer sjálfbjarga. En sumar plöntur þurfa ávalt að fá lífræna fæðu, er þær taka úr rotnandi lífrænum efnum (rotplöntur) eða úr lifandi dýrum og plöntum (sníkjuplöntur); skordýræturnar teljast og til þessa flokksins. Sumar plöntur eru ekki við eina fjölinu feldar og geta brugðið fyrir sig öðrum lifnaðarháttum en þær eru vanastar við, ef svo býður við að horfa; margar tegundir geta þó ekki skift þannig um lifnaðarhætti, en eru neyddar til að fylgja ávalt hinum sama. Þær eru með öðrum orðum neyddar til að vera í sömu stöðunni ávalt, geta t. a. m. ekki verið annað en sníkjuplöntur eða rotplöntur o. s. frv.

Sjálfbjarga plöntur. Grænar plöntur þurfa venjulega á engri lífrænni fæðu að halda. Þær vinna fæðu sína úr kolsýru loftsins og næringarefnum jarðvegsins. Þó geta þær hagnýtt sjer lífræna fæðu þótt lítillsvert sje það fyrir þær. Einna mesta þýðingu geta lífræn efni með holdgjafa haft fyrir grænu plönturnar, því að þær geta unnið sjer holdgjafa úr sumum þeirra. Vjer vitum þannig með vissu að plöntur þessar geta hagnýtt sjer ýms amíðefni ef þau eru látin í næringarvökvann. Óbreytt eggjahvítu efni getur plantan þar á móti ekki hagnýtt sjer. Þótt sum holdgjafasamböndin geti orðið að liði, þá er það þó lítillsvert fyrir plöntuna þegar á alt er litið.

Rotplöntur heita þær jurtir, er lifa af rotnandi leifum dýra og jurta og ýmsum lífrænum efnum (sykri, sterkju, brauði, osti).

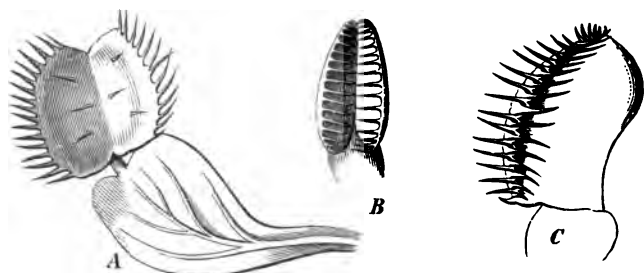
Hálgjörðar rotplöntur eru grænar að lit, en þær vaxa einkum í jarðvegi, sem inniheldur mikið af lífrænum efnum. Margar af plöntum þessum geta ekki lifað án lífrænnar fæðu, en að öllum líkindum er það einkum holdgjafinn, sem þær þurfa að ná í á þenna hátt.

Algjörðar rotplöntur eru ekki grænar, og verða því auk annars einnig að fá kolefnið úr lífrænni fæðu. Til þessa flokks teljast mjög margar plöntur, einkum lágplöntur, fjöldinn allur af gerl-

um og allflestar sveppategundir að sníkjusveppunum undanteknum. Gersveppir og gerlar eru venjulegast á kafi í fæðunni og taka við næringu inn um yfirborð líkamans alstaðar. Allflestar sveppategundir hafa svepparætur, er kvíslast um jarðvegin og taka næringu úr honum. Í svepparótunum verða til gerðkveikjur, er vinna næringarefni úr jarðveginum.

Þegar blómplöntur eru rotplöntur þá breytist rótin í sogfæri. Sogrætur þessar eru stuttar og digrar og líkjast nokkuð kóröllum að lögun. Ljóssprotinn er þá og ummyndaður, rauðleitur eða gulleitur og blöðin hreisturkend, án öndunaropa. Þær vaxa einkum í skógarjarðvegi eða annarsstaðar þar sem jörðin inniheldur mikið af lífrænum efnum. Ein þesskonar tegund, kræklurótin, vex hjer á landi.

Skordýraætur eða kjötætur eru plöntur þær kallaðar, er



229. mynd. Hremmiblaðka (*Dionaea muscipula*). A, blaðkan er opin, viðkvæmu hárin sjást beggja megin við miðtaug blaðsins, 3 hvorum megin. B og C blaðið er lokað.

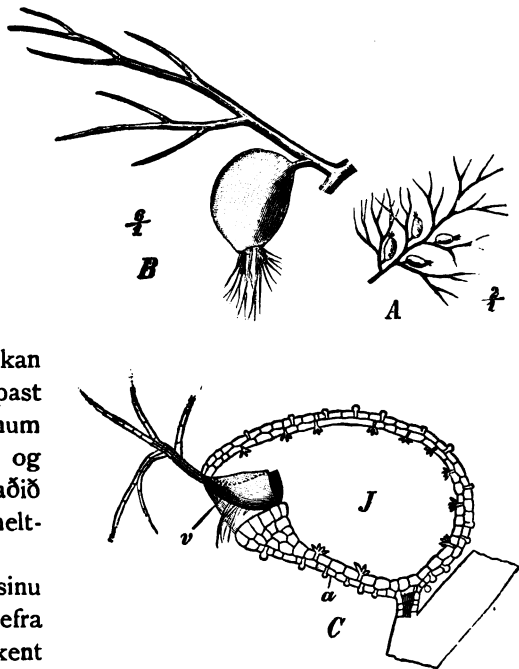
veiða smádýr og neyta þeirra. Einna fyrsta skrefið í þá áttina stíga mosategundir nokkrar. Blöð þeirra eru að nokkru leyti umbreytt í veiðarfæri. Hinar eiginlegu skordýraætur eru þó blómplöntur. Þær eru grænar og eru með venjulegum rótum. Laufblöðin eru byggð eftir því sem starfinu hæfir: að veiða dýrin og melta þau. Blöðin eru klædd kirtilhárum, er láta frá sjer vökva og leiða fæðuna inn í plöntuna. Skordýraætur eru alstaðar á hnettinum. Þær teljast til örfárra ætta: sóldaggarættin (söldögg, *dionaea* o. fl.), blöðrurótarættin (lyfjagras, blöðrurjurt o. fl.), sarraceniúættin (*sarracenia* o. fl.) og þessutan 2 aðrar ættir, önnur suðaustan til í Austurálfunni, hin í Eyjaálfunni. Tegundirnar eru alls hjer um bil 500 að tölu.

Blaðka sóldöggvarblaðanna (sjá 121. mynd á 113. bls.) er hjer um bil kringlótt. Hún er alsett langstilkkuðum kirtilhárum á efra borði og á röndunum. Kirtilhárin láta frá sjer vökva, melt-ingarvökva. Þegar fluga kemur við hárin þá beygjast þau inn á við. Hreifingin breiðist út í allar áttir og blaðið lokar sjer að endingu hægt og hægt utanum fluguna. Meðan flugan meltist er blaðið lokað, en þegar plantan hefur tekið öll hin meltanlegu efni úr flugunni þá opnast það aftur.

Hremmiblaðkan (dionæa, 229. mynd) er ekki með kirtilhárum. Blaðkan lokar sjer í einni svipan þegar komið er við hárin (3 hvorumegin) á blöðkunni. Hár þessi eru mjög viðkvæm. Þegar blaðkan skellist saman, greipast tennurnar í blaðröndunum saman (229. mynd, B og C) og þá fyrst lætur blaðið frá sjer vökva, sem meltir dýrið.

Blöðin á lyfjagrasinu standa í hvirfingu; efra borð þeirra er slímkent á að þreifa, af því það er alpakið örsmáum kirtilhárum. Ef blöðin eru látin í nýmjólk þá hleypur mjólkinn (hleypisgras).

Blöðrujurtin er rótlaus vatnsplanta. Blöðin skiftast í marga hárfliða og eru með smáblöðrum. Op er á blöðrunni en fyrir því er loka. Lokan opnast innávið einsog hurð þó að átakið sje mjög lítið, en lokast þegar af sjálfu sjer þegar átakið er á enda. Smá vatnadýr synda inn í blöðrunnar og úr því þau eru einusinni komin inn fyrir dýrnar geta þau ekki komist út aftur, því



230. mynd. Blöðrujurtartegund. A, partur af blaði (♂); B, partur af blaði meira stækkaður (♂) með einni blöðru. C, langskorin blaðra. J, holið, a, veggur, v, lokan.

að hurðin opnast ekki útavið. Dýrin eru því fangar í blöðrunum og deyja eftir einn eða fleiri daga. Kring um opið á blöðrunni eru kvíslaðir hárburstar. Sennilega tæla þeir dýrin í gildruna. Inni í blöðrunum eru tvenskonar hár.

Á könnuberanum er efri partur blaðstílsins ummyndaður í veiðigildru. Hún er eins og krukka í laginu og lok yfir (blaðkan) til varnar gegn regni. Lokið og könnubarmarnir smita úr sjer hunangssafa og kannan er oft með sjálegum litum. Þetta alt vísar smádýrunum, maurflugum og öðrum, leiðina. Neðan við krukku-barmana er svo sleipt, að dýr þessi ná ekki fótfestu. Þau detta þá niður í krukkuna og drukkna þar í meltingarvökvanum, er smitað hefur út um kirtilhárin innan í krukkunni. Innan í krukkunni eru enn fremur smábrottdar, er vita niðurávið. Dýrin geta því ekki skriðið upp úr vökvanum.

Eðli margra þessara veiðigildra er ekki fullkunnugt enn. Um sumar hverjar af þessum tegundum er alllíklegt að fremur beri að telja þær rotplöntur en kjötætur (t. a. m. blöðrujurt, lúðurblöku (sarracenia) o. fl.), því sennilegt er að rotnunargerlarnir matreiði dýrin fyrir þær.

Að því er allflestar hinar tegundirnar snertir er eðli veiðarfæranna kunnara. Vökvinn, sem smitar úr þeim, inniheldur gerðkveikju. Hún er mjög lík magasafanum, og umbreytir eggjahvítefnum í auðleysanleg sambönd (peptonsambönd), er líkamarnir eiga hægt með að taka við. Þar að auki koma óbundnar sýrur (eplasýra, maurasýra o. fl.), er virðast hafa svipað hlutverk og saltsýran í magasafa mannsins. Hjer virðist því vera um sannkallaða meltingu að ræða.

Það er að öllum líkindum holdgjafanæring, sem plöntur þessar fá úr dýrunum. Þær eru allar grænar og hljóta því að geta unnið kolsýruna. Þær vaxa allflestar í mýrlendi eða blautum jarðvegi, og er því mjög líklegt að þær þarfnist holdgjafafæðu, því að líklegt er að oflítið sje af hæfum holdgjafasamböndum í þeirri jörð.

Eftir tilraunum að dæma virðist þó dýrafæðan ekki vera alveg óumflýjanleg, því margar tegundirnar þrífast mætavel þótt þær neyti eigi slíkrar fæðu. Þær verða þó stærri og þríflegri og bera fleiri fræ ef þær fá dýrafæðuna. Dýrafæðuna ber því ef til vill að skoða sem hjálp í viðlögum.

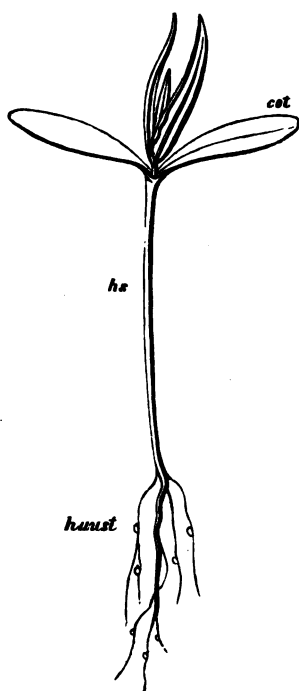
Sníkjuplöntur lifa á öðrum verum, dýrum eða plöntum, og

taka næringu úr vefjum þeirra, án þess þó að drepa veitandann, eða að minsta kosti án þess að drepa hann skyndilega einsog t. a. m. rándýr og kjötætnu plönturnar. Þegar sníkjuplantan vex inn í líkama veitandans er hún nefnd innsníkja, en útsníkja þegar hún vex utan á líkama veitandans. Gerlarnir og kartöflusveppurinn og fleiri smásveppar eru til dæmis að taka innsníkjur. Sumir sveppar eru útsníkjur. Alsníkjur köllum vjer sníkjuplönturnar þegar þær eru ekki grænar og verða því að taka alla sína fæðu frá veitandanum. En hálfsníkjur heita þær þegar þær eru grænar og geta því aflað sjer kolefnis.

Margar sníkjuplöntur, svo sem sníkjugerlar o. fl., búa inni í veitandanum og alt yfirborð líkamans getur sokið í sig næringu. Aðrar sníkjuplöntur eru með svepprótum, er kvíslast inn á milli frumanna í líkama veitandans; oft eru sogfæri á þeim er ná alla leið inn í frumuholið. Allar sníkjuplöntur geta unnið veitandanum allmikið tjón og orsaka stundum allmikinn vanskapnað.

Hálfsníkjurnar eru grænar. Sumar blómplöntur eru rótsníkjur og ganga þá sogfæri frá rótum þeirra inn í rætur veitandans. Af því að ræturnar eru faldar í jörð getur sníkju-eðli þessara plantna dulist í fljótu bragði. Allflestar eru jurtir t. a. m. mörg grímublóm (augnfró, tröllastakkur o. fl. o. fl.). Á rótum þeirra eru sogvörtur. Þær festa sig með þeim við rætur annara plantna og skjóta sogfærum inn í þær. Vefir beggja plantna renna saman, sáldvefur við sáldvef og viðarpípur við viðarpípur.

Til hálfsníkjanna telst mistilteinninn. Hann er örlítil runnur, sígrænn og kvíslskiftur og vex á trjám. Ekki er hann bundinn við neina ákveðna trjategund, en getur vaxið á hjer um bil 50



231. mynd. Krossjurtartegund. Kímplanta. *cot*, kímblöð; *hs*, kímstöngull; *haust*, sogvörtur á rótunum (†). (E. W.).

tegundum lauftrjáa og barrviða. Rætur hans eru faldar í vefjum veitandans og ná alla leið inn í merginn; þær kvíslast einkum í sáldvefnum og vantar bæði húð og rótbjörg.

Meðal þörunga eru og hálsníkjur, má þar til nefna ýmsa örsmáa sæþörunga, er búa í stærri tegundum.



232. mynd. b-b er rót af augnfró með sogfærum. Eitt sogfærið hefur fest sig á rótina a-a (†).

Ýmsar grímublómategundir eru sníkjuplöntur og í þeirri ætt má sjá alla stigbreytinguna frá sjálfbjarga plöntum til alsníkjanna. Lokasjóðurinn er grænn, en snikir þó á öðrum tegundum; sama er að segja um augnfróna (sjá 232. mynd). Grænu hálsníkjurnar geta blómgast án þess að sníkja, en þá verða þær veikbygðar.

Sennilegt er að hálsníkjurnar leiti einkum eftir holdgjafafæðu hjá veitandanum.

Alsníkjurnar. Meðal lágplantanna standa gerlarnir fremstir í flokki; þeir leita sjer einkum fæðu í mönnum og dýrum. Þá eru og margar sveppategundir alsníkjur og ráðast einkum á aðrar plöntutegundir og líðdýr. Sumar sveppaættir eru tómar alsníkjur.

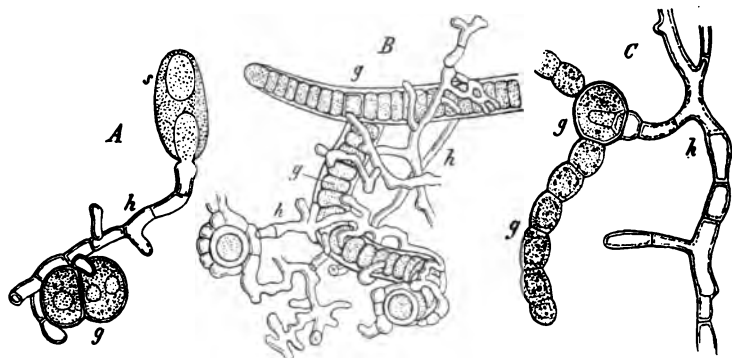
Meðal berfrævinga og einkímblaðaðra plantna er varla nokkur alsníkja, en í tvíkímblaða flokknum eru þær allmargar. Margar þeirra eru rótsníkjur (t. d. *Lathræa*), það er að segja þær taka sjer næringu úr rótum veitandans. Sumar eru vanskapaðar og líkjast sumum sveppum að lögun, og aðrar eru vafjurtir, er vefjast utanum veitandann.

Sumar sníkjur og rotplöntur geta aðeins lifað á sníkjum, eða af rotnandi efnum, en sumar geta og brugðið fyrir sig öðrum lifnaðarháttum. Berklagerillinn er t. a. m. sannkölluð alsníkja, þó getur hann brugðið fyrir sig að vera rotplanta í viðlögum. Sumir rotgerlar geta og brugðið fyrir sig að vera sníkjur. Viðskifti sníkjunnar og veitandans eru á þá leið, að sníkjan hefur allan hagnaðinn á sína hlið, en veitandinn missir nauðsynleg efni, sýkist stundum og deyr oft að lokum.

Prælkun. Sumar tegundir eigast við þau viðskifti að önnur þrælkar hina. Má þar til nefna fljetturnar. Líkami þeirra er samsettur af sveppi og þörungi. Sveppurinn er utan um þörunginn. Þráðfrumur sveppsins vefjast utan um frumur þörungsins og stundum skýtur sveppurinn sogfærum inn í hann (233. mynd). Þör-

ungurinn er þjónn og annast kolsýruvinsluna, en sveppurinn aflar vatns og annara ólífrænna næringarefna. Stundum deyja þörungarnir í þessari þrælkun, en venjulegast bakar hún þeim ekki meira böð, en að þeir geta ekki borið æxlunarfæri. Viðskifti þessi eru því þörungunum til meins, þótt venjulegast sje að þeir hvorki sýkist eða deyi. Þörungurinn þarf ekki sveppsins við. Hann er sjálfbjarga, en sveppurinn er hjálparþurfinn, því að hann er ekki grænn. Sveppurinn er því sannkölluð sníkja og þrælkunin er því ein tegund af sníkjulífnaði.

Samlíf. Margskonar samlífi á sjer stað meðal plöntutegunda. Sumt samlífið er fjandsamlegt (t. a. m. sníkjulífnaður og þrælkunin) og þá vinnur hvor tegundin annari í óhag. Sumt samlíf er báðum í hag, og orðið samlíf er stundum aðeins viðhaft í þeirri



233. mynd. Sveppþræðir að vefja sig utanum þörung. g, þörungur. h, sveppfrumur. A, sveppgró (s) að spíra. Sveppþræðurinn farinn að vefja sig um örlítinn grænþörung. B, blágrænn þörungur umvafinn sveppfrumum. C, sveppfruma skýtur sogfærum inn í blágrænan þörung. (Bornet).

merkingu. Samlífið er yfirleitt margbreytt. Einna nánast er samlíf sníkjunnar og veitandans og þrælkunin, lausgerðara er samlíf tegunda, sem vaxa hver á annari (t. a. m. mosar og fjettur á trjám og smáþörungum á stórum þörum). Ennþá lausgerðara er samlíf einstaklinganna í plöntufjelögunum, t. a. m. trjána og jurta, sem vaxa í skjóli þeirra.

Hinar svonefndu svepprætur eru ennþá eitt dæmið upp á samlíf. Svepprætur eru þær rætur nefndar, sem vaðar eru sveppfrumum í oddinn þar sem næringarstraumurinn er örastur. Ræturnar missa rótaðhárin, en sveppfrumurnar taka þá að sjer starf

þeirra. Sveppfrumurnar lykja utanum rótina eins og slíður og sambandið er svo náð, að hvort er öðru til gagns, rótin og sveppurinn.

Sumar smápörungategundir njóta húsaskjólis hjá öðrum plöntum, en þær virðast ekki njóta þar annars góðs. Það er og ein tegund af samlífi.

4. Gerð og rotnan.

Alkóhólgerð. Þar sem getið var um efnasundrunina var minnst á sjálfgerðina. En sjálfgerð var í því fólgin að plöntuefni breyttust í alkóhól og kolsýru þegar súrefni loftsins komst ekki að. Alkóhólgerðin er bygd á sama grundvellingum. Ýmsar smáplöntur framleiða alkóhól og kolsýru í sykurkendum vökvum þegar loftið kemst ekki að. Flestar gersveppategundirnar geta búið til talsvert mikið af alkóhóli á þenna hátt og eru því sannkallaðir alkóhól-sveppir. Gersveppunum er svo tamt að lifa í loftleysi, að þeir þrífast mætavel þó nálega ekkert súrefni komist að þeim, ef þeir ná í sykur, og þeim er svo tamt að búa til alkóhól og kolsýru, að þeir halda verkinu áfram þótt þeir hafi súrefni í ríkulegum mæli. En því vîkur svo við, að í sjálfum frumum sveppsins er allmikil gerðkveikja, er klýfur sykurrefnin í kolsýru og alkóhól.

Gerðin verður meiri ef nokkru lofti er hleypt að sykurvökvunum, því að þá deilast gersveppirnir örar og mesti fjöldi einstaklinga verður til á tiltölulega stuttum tíma, en því meira ber þá á gerðinni. Sumar aðrar sveppategundir (t. a. m. sumar *mucor*-tegundir) geta og vakið alkóhólgerð í sykurvökva, sem súrefni kemst ekki að. Mucorsveppirnir halda þó ekki sinni upprunalegu lögun í sykurvökvunum. Frumur svepps þessa eru langar og óskiftar þráðfrumur, en þær, sem verða til í sykurvökvunum, eru líkar kúlu að lögun og svipar því talsvert til gersveppanna. Auk kolsýru og alkóhóls eru og ýms önnur efni (glýcerín o. fl.) alkóhólgerðinni samfara.

Alkóhólgerðin er mest verð af öllum gerðariðnaði. Gersveppategundirnar eru margar og misjafnar að gæðum, sumar eru jafnvel til skemda. Tilbúningur víns og öls og spírítus-gerð byggist á alkóhólgerðinni. Gerðin í brauðdeigi er og að mestu leyti alkóhólgerð.

Gerðin hefur verið kunn í heiminum um langan aldur, en

þó er stutt síðan bygging og eðli gersveppanna var rannsakað til hlítar og mönnum varð ljóst að sveppirnir orsökuðu gerðina.

Síðan gerlafræðin hófst hafa menn komist að raun um, að ýmsar gerlategundir geta vakið margskonar gerð. Líklegt má telja að þar sje og um gerðkveikjur að ræða, þótt mönnum hafi ekki tekist enn að finna kveikju samfara nema einni gerðinni.

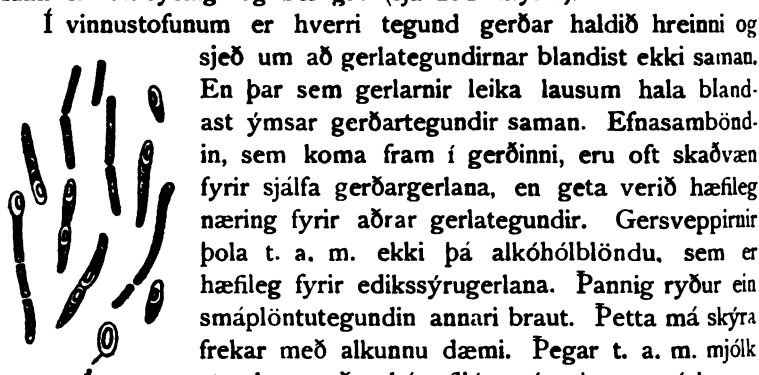
Ediksgerð. Vökvar með litlu alkóhóli, t. a. m. öl og lítið áfengt vín, fá stundum einskonar súrkeim, einkanlega þegar hitinn er á milli 20 og 30 stiga. Súrkeimurinn orsakast af edikssýru, en edikssýran kemur fram af því alkóhólíð breytist. Alkóhólíð breytist í edikssýru af völdum ýmsra loftþurfa gerla, edikssýrugerla, og eru þeir færir um að breyta talsvert miklu alkóhóli á stuttum tíma. Oft hvílir þokulituð himna yfir vökvum þessum og er hún samsett af gerlunum.

Mjólkursýrugerð. Þegar mjólk stendur verður hún oft og tíðum súr. Súrin orsakast af mjólkursýru, en mjólkursýran kemur af klofningi sykurefna í mjólkinni. Klofning sykurefnanna orsakast venjulegast af mjólkursýrugerlum og er kölluð mjólkursýrugerð. Ýmsar aðrar geriltegundir geta og vakið mjólkursýrugerð. Gerð þessi er ekki eingöngu háð mjólk og rjóma, en getur yfirleitt komið fram í vökvum, sem innihalda sykur- og eggjahvítefni (t. a. m. í aldinsafa o. fl.). Mjólkursýrugerðin stöðvast þegar mjólkursýran í vökvanum er orðin 0.2—0.5%; sje sýran bundin (t. a. m. með kolsúru kalki), þegar á þetta stig er komið, heldur gerðin áfram.

Auk mjólkursýru koma og önnur efni fram (kolsýra o. fl.) þegar mjólkursýrugerð á sjer stað. Súr mjólk hleypur eins og kunnugt er, og stafar það að mestu frá störfum gerlanna. Sumar aðrar gerlategundir geta yst mjólk án þess að sýra komi fram, en þeir láta þá frá sjer einskonar gerðkveikju. Mjólkursýrugerlarnir hafa þýðingu í smjörgerðinni, einkum að því er sýringu rjómans snertir áður en strokkað er.

Smjörσύrugerð. Sum kolvetni og sennilega einnig eggjahvítefni verða að smjörσύru af völdum ákveðinna geriltegunda. Gerð þessi er einna örust við 25—30 stiga hita. Smjörσύrugerðin er mjög algeng. Þegar mjólk stendur og loft kemst ekki að, þá kemur í hana smjörσύrugerð. Hin súra rotnunarlykt af rotnandi jurtaleifum, þar sem lítið loft eða ekkert kemst að, orsakast af smjörσύrugerðinni. Ýmsar gerlategundir geta vakið gerð þessa,

en einn þeirra, hinn algengi smjörσύrugerill, er einna kunnastur. Hann er loftleysingi og ber gró (sjá 234. mynd).



234. mynd. Hinn algengi smjörσύrugerill (*Bacillus amylobacter*). Allmargir gerlarnir eru með gróum (spór). Svifurnar sjást ekki; s er proskað gró, ennþá meira stækkað.

Í vinnustofunum er hverri tegund gerðar haldið hreinni og sjeð um að gerlategundirnar blandist ekki saman. En þar sem gerlarnir leika lausum hala blandast ýmsar gerðartegundir saman. Efnasamböndin, sem koma fram í gerðinni, eru oft skaðvæn fyrir sjálfa gerðargerlana, en geta verið hæfileg næring fyrir aðrar gerlategundir. Gersveppirnir þola t. a. m. ekki þá alkóhólblöndu, sem er hæfileg fyrir edikssýrugerlana. Þannig ryður ein smáplöntutegundin annari braut. Þetta má skýra frekar með alkunnu dæmi. Þegar t. a. m. mjólk stendur verður hún fljótt súr; þegar súrinn er kominn á ákveðið stig deyja mjólkursýrugerlarnir, en gersveppir lifa þar góðu lífi og myglusveppir breiða sig út yfir yfirborðið. Sveppar þessir taka í sig súrefni úr mjólkinni og varna loftinu að komast þar að; þá kvikna þar loftleysingar, smjörσύrugerlar o. fl. Samsett er gerðin kölluð þegar margar gerlategundir vinna að henni, en ósamsett þegar hún orsakast af einni tegund. Rjómasýringin er oft samsett gerð, sömuleiðis gerðin í tóbaksblöðum; ostagerðin er og samsett stundum.

Gerð hefur verið kunn í heiminum um langan aldur, en eðli hennar og orsakir var hulin leyndardómur þangað til árið 1836. Þá sýndi frakkneskur maður, Cagniard Latour að nafni, fram á, að alkóhólgerðin orsakaðist af gersveppnum. Skoðun hans ruddi sjer þó ekki til rúms fyr en um miðja öldina er Pasteur kom til sögunnar. Pasteur misskildi þó gerðina að nokkru leyti, því að hann áleit að hún kæmi ekki í ljós nema þegar súrefni væri útilokað. Að þessi skoðun er ekki rjett má sjá af því, sem sagt var um gerðina hjer á undan. Gerðin er efnasundran af völdum örlitilla smájurta og getur orðið án þess að súrefnið komist að, eða með litlu súrefni.

Menn hafa fyrrum greint á milli tvenskonar gerðar, eiginlegrar og óeiginlegrar gerðar. Eiginlega gerð kölluðu menn þegar hún var vakin af hinu lifandi frymi smájurtarinnar, en óeiginlega kölluðu menn gerðina þegar gerðjurtin ljet frá sjer fara gerðkveikju,

er vakti gerðina. Menn ræddu þá og um lifandi gerðkveikjur og efnalegar gerðkveikjur. En þegar betur er aðgætt er þessháttar aðgreining ómöguleg, því að mjög líklegt er að gerðin orsakist ávalt af gerðkveikjum, þótt enn hafi ekki tekist að finna þær í öllum gerðartegundum. Þegar alkóhólkveikjan fanst, varð þessi aðgreining eiginlega ómöguleg. Gerðin er ekki glögg markað hugtak, og í orðinu er eiginlega ekki annað falið en sameiginlegt heiti fyrir ýmsar ófullkomnar efнасundranir, er framleiða mikið af ákveðnum efnum, t. a. m. alkóhóli, edikssýru, smjör-sýru, mjólk-sýru o. s. frv.

Rotnan. Sundran eggjahvítuefnanna köllum vjer rotnan, þegar hún er af völdum gerla eða annara smáveru og daunill efni eru samfara. Milli rotnunar og gerðar eru ekki skörp takmörk. Mjög margar gerlategundir geta valdið rotnuninni og ekki er hægt að benda á neinn ákveðinn »rotnunargeril«. Ýmsar aðrar smáverur eru og í rotnandi efnum, svo sem sveppir, skolpdýr og önnur smádýr. Venjulega byrjar sundran eggjahvítuefnanna af völdum gerðkveikju, sem gerlarnir láta frá sjer fara, því næst klofna þau í amðefni og daunill lífræn efni, er halda áfram að sundrast. Komist loft að, breytist alt að lokunum í kolsýru, vatn, ammóníak, brennisteinsvatnsefni, kolavatnsefni o. fl. Oft lifir ein geriltegun-din á þeim efnum, sem önnur tegundin hefur vakið; stundum er mesti urmull af sumum tegundum, og stundum eru aðrar tegundir yfirgnæfandi. Á yfirborði hins rotnandi líkama er mest af loftþurfa gerlum, en loftleysingar eru yfirgnæfandi inni í líkamanum. Ef loft kemst að, leysast líkamirnir fljótar sundur og eru daunminni. Þegar rotnunin er að byrja, koma oft upp eiturtegundir, líkeitur (ptómaín).

Smáverurnar eða smælingjarnir láta mjög til sín taka. Smælingja nefnum vjer einu nafni örsmáar jurtir og örsmá dýr, er teljast til hinna lægstu flokka jurta og dýraríkisins. Oft er þó aðeins átt við gerla og smásveppi þegar rætt er um smælingjana. Afstöðu smælingjanna við gerð og rotnun hefur þegar verið lýst, en þar að auki má geta um, að ýmsir rotgerlar og rot-sveppir stuðla eigi alllítið að sundurleysingu dauðra jurta og dýra. Þegar líkamirnir leysast algjörlega sundur verða þeir að kolsýru, ammóníaki (eða saltþjetursýru), ólífrænum brennisteins- og fosfór-samböndum. Af þessum efnum geta aðeins hinar sjálfbjarga plöntur búið til lífræn efni. Áður höfum vjer nefnt saltþjeturgerl-

ana, brennisteinsgerlana og holdgjafagerlana. Þar við skal aðeins bætt að minnast ofurlítið á sóttkveikjagerlana. Eins og kunnugt er orsakast ýmsir sjúkdómar af ákveðnum gerlum, t. a. m. berklaveiki, taugaveiki, svarti dauði, kólera o. fl. Vinna þessara gerla er með ýmsu móti, og sumir þeirra gjöra oft allsterk eitursambönd í líkama sjúklingsins.

Að því er útbreiðslu smælingjanna snertir liggur næst að segja, að þeir sjeu alstaðar nálægir. Þeir eru í ryki í loftinu, í vatni, í mold, matvælum, fötum o. s. frv. Menn hafa rannsakað mergð þeirra og mönnum hefur talist til, að 500—12000 gerlar sjeu í hverjum kúbíkmetra lofts í stórborgunum. Úti á reginhafi eru annaðhvort engir gerlar í loftinu, eða örfáir, kringum 40 í hverjum kúbíkmetra. Uppi á reginfjöllum er loftið einnig gerlalaust, eða svo að segja. Í regnvatni eru gerlarnir tiltölulega fáir, kring um 50 í hverjum kúbíkcentímetra. Í vötnum, lækjum og ám eru langflestir gerlar við borgirnar. Í ánni Spree var 1 miljón gerla í hverjum kúbíkcentímetra nálægt Berlín, og í vatni úr skolræsum hafa menn fundið 50 miljónir gerla í hverjum kúbíkcentímetra. Öll þessi gerlamergð er ekki þyngri en $\frac{1}{1000}$ hluti vatnsins, eða $\frac{1}{10}$ úr millígrammi. Í góðu drykkjarvatni er sjaldan minna en kring um 40 gerlar í hverjum kúbíkcentímetra. Í moldinni eru flestir gerlar ofantil, frá yfirborðinu og niður að 25—50 centímetra dýpi. Neðar en á 2—3 metra dýpi eru engir eða örfáir gerlar í moldinni. Þykk jarðlög hreinsa vatnið, sem gegnum þau sitrar. Uppsprettuvatn getur því verið alveg gerlalaust. Moldin er ríkust af gerlum við bæina. Í gatnasaur hafa menn fundið 80 miljónir gerla í hverjum kúbíkcentímetra og í akurmold kring um $\frac{1}{2}$ miljón. Í þurum sandi eru fáir gerlar. Í heitum löndum er gerlamergðin afarmikil, en í köldum löndum eru gerlarnir tiltölulega fáir.

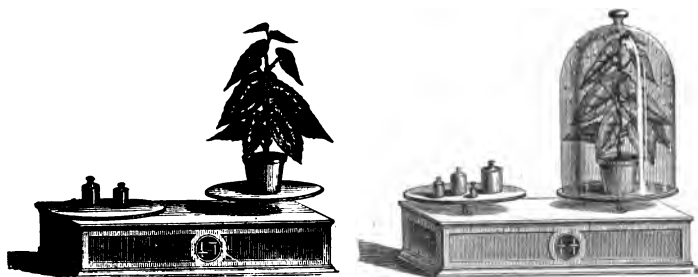
Matvæli og ýmislegt annað má geyma allengi ef gerlarnir í þeim eru drepnir og sjeð er um að engir gerlar komist að á eftir, en sje það ekki gjört, úldna matvælin eða rotna, eða gerð hleypur í þau o. s. frv. Eigi er þó svo að skilja að engar breytingar eigi sjer stað þótt allir gerlar sjeu útilokaðir, því að eitt efnið getur haft áhrif á annað, og komist súrefni að getur það valdið efnabreytingum. En allar þessháttar breytingar eru mjög seinfara í samanburði við þær breytingar, sem gerlarnir valda.

Ýmsar aðferðir eru til að eyða gerlum. Stundum eru ýmsar

eiturtegundir notaðar til þess, svo sem karbólvatn, sárolía, lýsól, súblímat o. fl. Eigi má þó nota þessi efni til gerileyðingar í matvælum. Vökvar og loft er stundum hreinsað með sáldum. Loft er venjulega sáldað gegnum baðmull. Venjulegast er þó hitinn hafður til að eyða gerlum, og er sú aðferð kend við Pasteur. Stundum er aðeins hitað upp í 70—90 stig, stundum soðið. Stundum er gerlum eytt með heitu lofti (c. 150 stig) og stundum er höfð glæðing. Þegar gerlunum er eytt, er áriðandi að tryggja sjer, að þeir geti ekki komist að vörunni á eftir, svo hún geti geymst. Sje varan geymd í flöskum með sambræddum stút, eða í málmflátum (niðursuðan), kemst loftið ekki að og því engir gerlar. Stundum nægir að loka flátunum (helst flöskum) með baðmull eða asbest; loftið kemst þar í gegn, en gerlarnir verða eftir.

5. Vatnseiming.

Vatnsgufu lætur hver hluti plöntunnar frá sjer fara, sem loft kemst að. Það nefnum vjer vatnseimingu. Ofureinfalt er að kom-



235—236. mynd. Sýnt að vatnseimur fari frá plöntunni.

(Mangin).

ast að raun um að plantan missi vatn og meira að segja, hve mikið vatn. Tökum t. a. m. plöntu, sem vex í jurtapotti. Látum oss vefja einhverju um jurtapottinn svo engin uppgufan geti orðið frá moldinni í honum eða frá honum sjálfum. Látum hann svo á vogarskál og mælum þungann. Þá kemur brátt í ljós að jurtapotturinn ljettist og orsakast það af því, að vatn eimist í plöntunni og fer burt, því að það sem missist við andardráttinn er hverfandi lítið á svo stuttum tíma. Hve mikið vatn plantan hefur mist, má mæla með því að setja vogarlóð við hliðina á jurtapottinum þangað til jafnvægi næst. Ef glerhjálmur er steyp yfir jurt-

ina (sjá 236. mynd), breytist þyngdin ekki neitt, en móðu slær þá á glerið að innanverðu. Vatnið frá plöntunni kemst nefnilega ekki út fyrir glerhjálminn og þessvegna verður engin breyting á þyngdinni.

Venjulegast getur plantan þegar bætt sjer alt það vatn, er frá henni fer sem vatnseimur, því að venjulegast er nægilegt vatn í jarðveginum. En sje hörgull á vatni getur plantan ekki bætt sjer missinn, vökvapenslan minnar og blöð og jurtkendir stönglar fara að lafa og visna og plantan deyr ef til lengdar lætur.

Vatnið í plöntunni eimist einkum í laufblöðunum. Blaðopin eða öndunaropin (sjá 113—118. bls.) eru leiðir loftsins inn í plöntuna og vatnseimurinn fer og þá leið út úr plöntunni. Mestur hluti vatnseimsins fer út um þessi op, en aðeins lítill hluti um yfirhúðarfrumurnar. Blaðopin eru þannig byggð, að þau geta stuðlað að því, að eimingin verði meiri eða minni með því að opnast eða lokast.

Vatnsmegn loftsins hefur einna mest áhrif á vatnseiminguna og hún er því meiri sem loftið er þurrara, og lítill ef loftið er rakafult. Vatnseiming getur jafnvel átt sjer stað þótt loftið sje rakamett, því að hiti verður í líkama plöntunnar sökum efnasundrunarinnar.

Vatnseimingin er því örari sem hitinn er meiri, því að þá þarf miklu meira af vatnsgufu til þess að loftið sje rakamett. Jarðvegshitinn er mjög áriðandi, því að hann hefur áhrif á starf rótanna, en þær útvega plöntunni vatn úr jörðinni. Sje jarðvegurinn kældur (t. a. m. með því að leggja á hann ísmola) meðan vatnseiming blaðanna er sem örust, þá visna blöðin fljótt, því að rötin er ekki fær um að sækja nóg vatn sökum kuldans í jarðveginum. Í sólskinu snemma á vorin getur talsverð vatnseiming átt sjer stað þótt ræturnar sjeu í klaka, og er það skaðlegt fyrir plönturnar. Mjög mikilsvert er það fyrir vöxt og viðgang plöntunnar að hitinn í jörðinni sje á nægilega háu stigi, því að það eflir starf rótanna, en efling rótarstarfanna hefur og áhrif á vatnseiminguna, og hún verður því örari sem plantan fær meira vatn. Orsökina til þess að vatnseimingin örvast þegar vatnsforðinn vex, er bæði sú, að blaðopin opnast þegar plantan hefur í sjer nóg vatn, og svo hitt, að frumurnar halda vatninu miklu fastar þegar hörgull er á vatni.

Birtan hefur og áhrif á vatnseiminguna, því að mest af geisl-

unum, sem blaðið sýgur í sig, breytist í hita og eykur þá eiminguna.

Loftstraumar eða vindar hafa einnig áhrif á eiminguna og örva hana að mun af því að stöðugt skiftir um loft.

Venjulegast er vatnseimingin mest á daginn og oft ber því við, þegar sólarhiti er mikill, að blöðin eru lafandi af vatnsleysi þegar heitast er, en þegar hitinn minnar undir kveldið, fer að draga úr vatnseimingu og ræturnar hafa þá vel við að leiða vatnið úr jörðinni. Á nóttunni er vatnseimingin minst og plantan safnar þá svo miklu vatni sem hún getur geymt.

Veðráttan er svo breytileg og hefur svo mikil áhrif á vatnseiminguna yfirleitt, að ekki er auðið að reikna nákvæmlega hve mikið vatn gufar frá hverjum ferhyrningsmetra af blaðfletinum eða hve mikinn vatnseim gróin dagsláttá lætur frá sjer fara. Til þess að sýna að ekki er um neitt smáræði að ræða set jeg þó eftirfarandi tölur, þótt þær sjeu ekki nægilega nákvæmar. Vallardagsláttan lætur frá sjer fara (í Sviss) á dag:

10000—24000 kílógr. vatns, vaxin grasi

2300—5000 — — vaxin kartöflum.

Sög. Á 237. mynd er sýnt hvernig hluti af plöntulíkamanum getur sogað vatnið í sig. Greinin er skorin af plöntunni í vatni, neðri endanum er stungið niður í glerpípu og bundið svo vel um, að loftið komist ekki að. Í glerpípunni er loft, en neðri endi hennar stendur í glasi, sem vatn er í. Áður en langt um líður fer vatnið úr glasinu að færast upp eftir pípunni. Vatnseimingin í blöðunum veldur þessu; greinin hefur ekki annan vatnsforða en þann, sem er í henni sjálfri. Leiðipípunar tæmast því, og þá er ekki annað í þeim en þynt loft. Loftið í glerpípunni sogast því inn í greinina og vatnið fer á eftir. Hefði glerpípan frá upphafi verið full af vatni, en kvikasilfur í glasinu, þá hefði sogið orðið miklu örara. Sje grein á plöntu sveigð niður í skál með kvikasilfri eða litaðri steinolíu meðan vatnseimingin er ör, og þá skorin af, þá sogast vökvinn (kvikasilfrið, steinolían) alllangt upp í leiðipípunar.

Loftþynninguna í leiðipípunum má vel reikna og sjaldan mun hún verða meiri en svo, að þrýsting loftsins í pípunum verði minni en $\frac{1}{5}$ af venjulegum loftþunga. Í trjástofnum er vatnsleiðslan einkum í ystu trjálögnum og kvikasilfrið eða steinolían sogast aðeins þar. Sömu tilraun má og gjöra með jurtkendar plöntur. Sje blaðleggnum stungið niður í kvikasilfur og blaðið skorið af

getur kvikasilfrið komist alllangt uppeftir blaðtaugunum. Vilji menn halda afskornum greinum lifandi sem lengst, þá er áriðandi



237. mynd. Verkfæri til að sýna að plantan getur sogað vatn í sig.

(Mangin).

að greinarnar sjeu skornar í vatni, því þá gengur vatnið þegar upp eftir leiðipípunum og eykur vatnsforðann. Sje þessa ekki gætt fyllast leiðipípunar af lofti og þá á vatnið miklu erfiðara með að komast upp í pípunar.

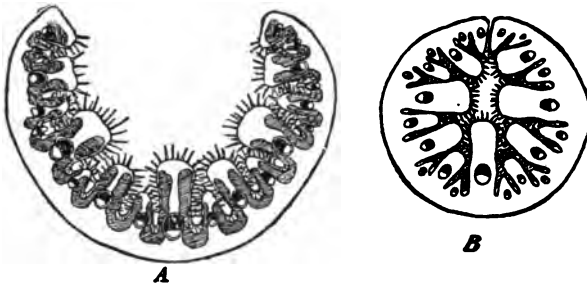
Sumir fræðimenn halda því fram að vatnseimingin sje óumflýjanlegt bölg, en aðrir hafa þá skoðun að hún örvir næringarstrauminn og þá einkum flutning öskuefnanna (sjá 77. bls.). Auðvitað mál er að vatnsstraumurinn örvast eigi alllitið af eimingunni, en þar við er þó að athuga, að vatnsstraumurinn getur verið hinn besti þótt eimingin vinni þar ekki að. Eflaust hafa menn gert ofmikið úr nytjastarfi eimingarinnar, en þó vil jeg ekki neita að hún kunni að hafa eða geti haft örvandi áhrif á næringarstrauminn. En hins vegar er það alkunnugt, að ofmikil vatnseiming er mjög skaðleg, enda er plöntulíkaminn á ýmsan hátt skapaður til að sporna við ofmikilli eimingu. Stundum ber svo mikið á skapnaðinum til að sporna við eimingunni, að það er einmitt hann, sem ræður

sniði plöntunnar. Stundum er þessi útbúnaður þröskuldur í vegi kolsýruvinslunnar, því að plantan þarf að loka blaðopunum til þess

að verjast ofmikilli eimingu, en þau þurfa einmitt að vera opin til þess að kolsýruvinslan gangi vel.

Vörn gegn ofmikilli vatnseimingu. Vjer höfum áður getið um ýmislegt, sem er plöntunum til varnar gegn ofmikilli eimingu. Eitthvert stærsta skrefið í þá áttina er að plönturnar varpa af sjer hinum eimandi flötum, blöðunum. Má þartil nefna lauffall trjáplantnanna og fall loftsprotans meðal fjölæru jurtanna. Ennfremur má benda á, að á þurrum eyðimörkum er mikið af einærum jurtum, er lifa skamma stund, 1—2 mánuði og deyja þegar þurkatiðin kemur. Fræið eitt lifir í þurkatiðinni. Lögun og staða blaðanna er og vörn gegn ofmikilli eimingu (t. a. m. mjó og hreisturkend blöð, randstæð blöð o. fl.).

Stundum geta blöðin og breytt sjer til þess að minka yfirborðið, einkum meðal grastegunda. Blöðin vefjast þá saman í



238. mynd. Þverskorin blöð af hjálmi, í votviðri (A) og þurviðri (B). Grænvefurinn er dókkleitur í A. E. W.

þurki (238. mynd, B), yfirborð þeirra minnar og það sem meira er vert, blaðopin innilykjast í blaðinu svo loftið kemst ekki að þeim. Þannig eru blöðin löguð á hjálminum (238. mynd), sumum vingultegundum og ýmsum heiðagrösum.

Þá má ennfremur nefna byggingu húðvefjanna (sjá 108. bls.) í þessu sambandi. Plöntur í skugga og rakafullu lofti eru venjulegast með þunnri, korklíttilli húð, en á þurkplöntunum er húðin sterk og korkmikil og hún hefur þar að auki ýmsan annan útþúnað til að draga úr eimingunni (sjá húðvefina á 108. bls.).

Ungsprotar eru varðir sjerstökum blöðum, hlífarblöðum (sjá 26. og 29. bl.), eða nokkur hluti gömlu blaðanna er þeim til varnar. Á fjallaplöntum og plöntum í köldum löndum er þannig allt að gömul blöð eða gamlar blaðleifar standa lengi á plöntunni og vefja sig utanum ungsprotana.

Þá má og nefna að öll innri bygging blaðsins er að ýmsu leyti löguð til þess að draga úr vatnseimingunni.

Sumir eru og á þeirri skoðun að loftnæmar olíur geti dregið úr eimingunni, af því að vatnið í plöntunni eimist minna þegar loftið umhverfis hana sje þrungið af olíu.

6. Næringarrásin.

Þess hefur þegar verið getið oftar en einu sinni, að næringarefnin flytjist afturábak og áfram um líkama plöntunnar. Flutningurinn á sjer einkum stað í ákveðnum vefjum, leiðivefjunum (sjá 129. bls.). Flutning næringarefnanna og vatnsins köllum vjer einu nafni næringarrás.

Næringarrásin gengur í ákveðnar áttir eftir því sem byggingu leiðivefjanna hagar. Leiðistrengirnir eru hver í sambandi við annan og getur það oft breytt stefnu næringarrásarinnar. Frá einni frumu til annarar getur næringin þar á móti borist í allar áttir, einkum veitir vatninu ljett að sogast úr einni frumunni yfir í aðra.

Hvernig næringin getur borist úr einni frumunni til nábúafrumanna látum vjer ekki til vor taka hjer, en snúum oss að hinum »lögboðna« flutningi. Hann er þrennskona. 1) Flutningur frá blöðunum; lífrænu næringarefnin frá kolsýruvinslunni streyma frá blöðunum um stöngul eða rót þangað, sem þeirra er þörf. 2) Aðflutningur til ungra, vaxandi líffæra og 3) vatnsflutningur til blaða og annara eimandi líkamshluta og um leið flutningur steinefna frá moldinni um alla plöntuna. Oss er mjög lítið kunnugt um á hvern hátt þessi þrennskona flutningur verður, en hinsvegar eru leiðir næringarrásarinnar vel kunnar.

Flutningur frá blöðunum. Þar sem talað var um kolsýruvinsluna var dregið á, að sterkjan leystist sundur og færi úr blöðunum til annara hluta líkamans. Sálðvefirnir í leiðistrengjum blaðleggsins eru vegir þessarar næringar. Hafa menn komist að því með ýmsum tilraunum, er hjer yrði oflangt mál að tala um. Í sjálfri blöðkunni fer næringarrásin og um sterkjuslíðrin.

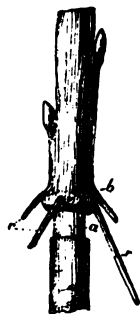
Næringarefnin frá blöðunum notar plantan á ýmsan hátt, til að næra ung og vaxandi líffæri, til að fylla forðavefi í fræjum og öðrum »forðabúrum« plöntunnar o. s. frv. Í trjákendum stönglum gengur næringarrásin frá blöðunum niður eftir sálðvefnum í berkinum. Frá berkinum flyst svo næring inn í trjeð, og sterkja,

eggjahvítuefni o. fl. efni safnast fyrir í lifandi trjávefjum, merg-geislum og berkinum. Í lok gróðrartímans breytast efni þessi oft. Í birki og nokkrum öðrum trjátegundum breytist sterkjan t. a. m. í fitu á haustin, en fitan helst óbreytt meðan standur á vetrardöfinni. Mjög er auðvelt að komast að raun um að næringarrásin gangi niður eftir berkinum, því að eigi þarf annað til þess en að nema burt barkarhring af trjágrein. Sje það gjört kemur skjótt í ljós að næringin frá blöðunum flyst ekki niður fyrir sárið. Tökum t. a. m. afskorna víðigrein að vorinu, látum hana vera í röku lofti og nemum burt hring úr berkinum þannig, að mestur hluti greinarinnar sje ofanvið sárið. Sú mun þá raunin á verða, að öflugar rætur koma aðeins fram á þeim hluta greinarinnar, sem er ofanvið sárið, því að næringu vantar í neðri hlutann af því að sáldvefur er skorninn sundur. Tilraun þessi heppnast því aðeins að sáldvefur sje aðeins í berkinum.

Stundum er þessi aðferð viðhöfð í aldinviðaræktuninni. Sje barkhringur numinn burt að vorinu neðantil á grein, sem bera skal aldini, fær hún meiri næringu, af því að næringarefnin frá blöðum greinarinnar verða henni einni að notum og geta ekki komist til annara hluta plöntulíkamans. Aldinin geta því náð meiri þroska og næringarrásin úr jörðinni (vatn, sundurleyst steinefni) er söm þótt sáldvefirnir sjeu skornir sundur, því að hennar leið liggur um viðarpípunar.

Aðflutningur til ungra og vaxandi líffæra.

Þegar fræið fer að gróa breytist forðinn, sem það hefur í sjer. Eggjahvítuefnin verða að amíðefnum og fita og sterka breytist í sykur. Efni þessi flytjast svo þangað, sem þeirra er mest þörf. Í kímínu er enginn leiðivefur í fyrstu og næringarrásin leggur því leið sína um stuttfrumuvefina. Í ungum plöntum flytjast næringarefnin frá blöðunum að vaxtararninum og fara þá að líkindum eftir viðarpípunum og sterkjushlíðrunum utanum strengina. Meðan laukar, knollar, fræ og aðrir forðamiklir plöntuhlutar eru að vaxa eru næringarefnin á stöðugri rás til þessara líffæra og breytast nokkuð eða verða meira samsett er þau eru komin á áfangastaðinn. Sumir hafa þá skoðun, að sogkrafturinn leiði næringarrásina



239. mynd.

Nokkur hluti af víðigrein. Barkarhringur numinn burt (a), rætur vaxa (frá b), tveir brumknappar sjást ofanvið sárið. Efsti hluti greinarinnar sjest ekki á myndinni. (Mangin).

úr einni frumu í aðra, en eigi er því þó svo varið, heldur beina lífsstörf plöntunnar rásinni í ákveðnar áttir þrátt fyrir vökvasogið. Fram á þetta hefur verið sýnt með tilraunum. Þegar trjen fara að laufgast á vorin, þá leysast þau efni sundur, sem geymst hafa að vetrinum í viðnum eða berkinum. Þá streymir næringin úr stöngulvefjum sjálfrar plöntunnar til blaðanna og blómanna, sem eru að vaxa.

Vökvalát. Þegar stöngull trjáplantna og jurta er skorinn af skamt frá rót, kemur vökvi úr sárinu. Er þá kallað að plöntunni »blæði«. Vökvalátið er stundum allmikið (vínviður, humall, maís o. fl.) og oft er vökvinn úr sárinu rúmtaksmeiri en allar rætur plöntunnar að samanlögðu. Af því má leiða þá ályktun að ræturnar taka vatnið úr jörðinni og þrýsta því upp gegn um sárið. Þrýstiafl rótarinnar eða rótarþrýstinginn má mæla, og svo hefur reynst að það er talsvert mismunandi. Í vínviði hefur rótarþrýstingurinn stundum verið meiri en venjuleg loftþyngd. Í vafningsviðum heitu landanna hafa menn mælt miklu meiri rótarþrýsting.

Hinir lifandi vefir í rótinni orsaka rótarþrýstinginn, en þurfa þá að hafa í sjer mikið vatn. Rótarhárin leiða vatnið úr jörðinni um stuttfrumuvefina og þaðan þrýstist það inn í viðarpípurnar, og í sárinu má vel greina að vökvinn kemur út úr pípunum. Vjer getum ekki ennþá skýrt nægilega hversvegna vökvinn þrýstist ávalt í sömu stefnu, nefnilega utanað og inn í leiðipípurnar. Í afskornum stöngulhlutum þrýstist og vatn inn í leiðipípurnar þegar vefirnir umhverfis eru vatnsríkir, en þrýstingurinn er aldrei eins afmikill og í rótinni. Hitinn hefur mikil áhrif á vökvalátið, einkum jarðhitinn, því að hann er mjög áriðandi fyrir störf rótanna og er áður getið um það. Sje hitinn um 0° eða minni, verður varla vart við rótarþrýstinginn, en hann vex stöðugt um leið og hitinn verður meiri.

Vökvalátið er ekki jafnmikið allan daginn. Það er venjulegast mest fyrra hluta dags. Sumar trjátegundir hafa ákveðinn vökvalátstíma einu sinni á ári, að vorinu, t. a. m. birki, hlynur, beyki o. fl. Sjeu stofnar þessara tegunda særðir að vorinu áður en þeir laufgast, blæðir þeim allmikið, en það vætlað næstum því ekki úr þeim þótt þeir særist á öðrum árstíðum. Það er og einkenni sáravökvans að vorinu, að hann inniheldur sundurleyst steinefni og sundurleyst lífræn efni, einkum sykurttegundir. Efni þessi flytjast til sprotanna, sem farnir eru að vaxa. Í sumum tegundum (t. a. m.

sykurhlyn) er sáravökvinn svo sætur, að það er ávinningur að vinna sykur úr honum.

Skiljanlegt er að vökvalátið sje mest að vorinu. Trjen drekka í sig vatn að haustinu og geta jafnvel náð vatni úr jörðinni á vetrum og snemma á vorin, þótt kulddinn dragi úr störfum rótanna. Af því að vefirnir í trjástofninum eru vatnsríkir þrýstist vatnið inn í viðarpípunar. Á vorin er því mikill þrýstingur í vatnspípunum og yfirleitt mjög mikið vatn í stofnunum. Vetrarforðinn í vefjum plöntunnar breytist í sykur, er flyst inn í leiðipípunar.

Eimist minna vatn úr plöntunni en vatnsforðinn, sem rótin flytur úr moldinni, þá þrýstist vatn í dropatali úr blöðunum, eða »grösin gráta«, eins og stundum er komist að orði. Droparnir koma út um vatnsopin (sjá 117. bls.), en meðal grasa og flestra annara einkímblaða plantna verða þó blöðin að rofna í oddinn svo vatnið komist út, því að þessar tegundir hafa ekki vatnsop. Vatnseimingin er venjulega svo mikil að deginum, að alt það vatn, sem rótin getur flutt og jafnvel meira, eyðist. Á nóttunni er þetta öfugt, þá safnast vatn fyrir í plöntunni og miklu minna eimist en það sem safnast. Grösin gráta því helst á nóttunni.

Á sumum tegundum (horblöðku o. fl.) getur vatn farið úr frumunum inn í loftgangana þegar úr vatnseimingunni dregur, en þegar eimingin örvast hverfur það þegar.

Vatnsrásin. Vatnið í plöntunni fer í allar áttir þangað sem þess er mest þörf. Til þess að bæta upp alt það vatn, sem eimist í blöðunum, verður vatnsrásin frá rótinni um stöngulinn til blaðanna að vera allmikil. Þessi vatnsrás er miklu örari en nokkur önnur efnarás í líkamanum, og þegar talað er um vatnsrás plantnanna er venjulegast átt við hana. Viðarpípunar í leiðistrengjum jurtanna eru farvegir vatnsrásarinnar og yngstu árshringirnir í stofni trjáplantnanna. Vatnsrásin stöðvast ekki þótt barkarhringur sje numinn burt og var þess getið fyr, en vatnsrásin hættir ef viðarpípunum er lokað með því t. a. m. að stinga enda afskorinnar greinar niður í límkend efni, sem storkna í viðarpípunum. Af þessu sjest, að holið í pípunum er farvegur vatnsrásarinnar, en ekki sjálfir viðarveggirnir í pípunum, eins og margir hjeldu fyrrum. Vatnsrásin er örust í lengdarstefnu leiðistrengjanna. Hraði vatnsins getur verið allmikill, 0,2—3 metrar á klukkustund og stundum jafnvel 6 metrar á klukkustund. Af því að leiðistrengirnir eru

tengdir hver við annan í ýmsar áttir, getur vatnsrásin og tekið ýmsar skástefnur.

Mönnum veitir erfitt að skilja vatnsrásina og komast að því hvað henni valdi, og á það einkum við vatnsrás trjáanna. Skoðanir manna eru jafnvel svo á reiki um þetta efni, að sumum virðist efasamt hvort nauðsynlegt sje að lifandi frumur vinni að vatns-



240. mynd. Afskorin vínviðargrein. Leiðistrengirnir opnir, greinin sýgur í sig vatn og tapar sjer ekki.



241. mynd. Samskonar grein og á 240. mynd. Leiðipípur lokaðar, vatn kemst því ekki inn í greinina og hún visnar. (Errera & Laurent).

rásinni. Þótt vatnsrás geti átt sjer stað í dauðum við, má fullyrða, að lifandi vefir og lífsstörf plöntunnar eru einmitt kraftarnir, sem valda vatnsrásinni. Þegar getið var um vökvalátið, var tekið fram að ferðalag vatnsins inn í viðarpípunar væri komið undir hinum lifandi vefjum umhverfis strengina, og efalaust má telja, að hinir lifandi plöntuvefir vinni á svipaðan hátt að vatnsrásinni. Vatnsrásin byggist þar að auki á vatnstöku rótanna, en hún er aftur

aðallega komin undir hinum lifandi frumum, (auðvitað er þá gengið út frá að nóg vatn sje í jörðinni) og sjest það einna best af því, hve mikil áhrif hitinn hefur á rótarstörfin. Sjeu rætur plöntunnar kældar meðan vatnseimingin er ör, fara blöðin brátt að lafa, af því að oflítið vatn kemur frá rótinni. Ef plantan er farin að visna af ofmikilli eimingu eða gleymst hefur að vökva hana, þá nær hún sjer fjótast ef hún er vökvuð með volgu vatni. Engin áhrif hefur það á vatnsrásina þótt stofninn sje kældur. Eftir öllu þessu að dæma, virðist vera ástæða til að álíta að rótarprýstingin valdi vatnsrásinni að minsta kosti að nokkru leyti; þó er hún ekki nægilega mikil til að lyfta vatninu til efstu lima á háum trjám, og loftið í viðarpípunum er því og til hindrunar.

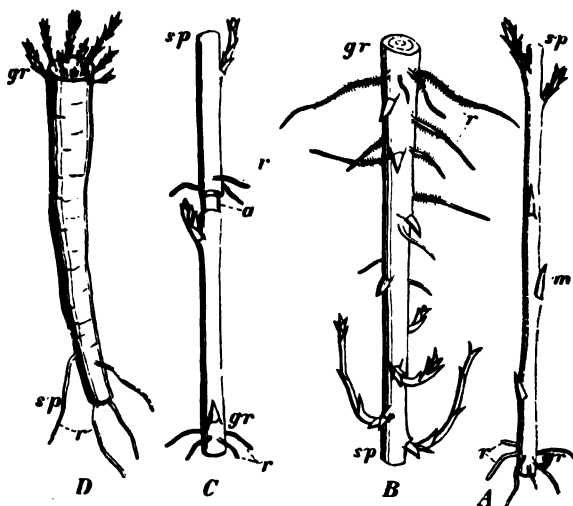
Það var áður getið um að vatnseimingin gæti sogað vatn upp eftir plöntunni; hugsanlegt væri því að vatnssog þetta stuðlaði að vatnsrásinni, en óhugsanlegt er að það eitt valdi henni, því eimingarsogið getur ekki lyft vatninu hærra en 10 metra, því venjuleg loftþyngd getur ekki borið hærri vatnssúlu. Hvernig ætti þá vatn að komast upp í efsta lim trjáplantna, sem eru meira en 10 metrar á hæð. Auk margs annars er það og suginu til hindrunar, að þynt loft og vatn skiftist á í leiðipípunum. Sogið getur ekki verið aðalorsökin til vatnsrásarinnar, en vel má vera að það stuðli að vatnsleiðslu í sjálfri blöðkunni.

Þá væri vert að athuga, hvort blöðin eða störf þeirra gætu ekki stuðlað að vatnsrásinni. Tilraunir hafa verið gjörðar í þessu efni og eru þær mjög merkilegar. Þær leiddu í ljós, að vatnsrásin fór fullum fetum þótt engin eiming ætti sjer stað og að blaðið sjálft eða hinir lifandi vefir í því unnu einsog dæla, þ. e. soguðu vatnið og veittu því fram. Dæluaustur blaðanna er alveg óháður eimingarsoginu, en stuðlar auðsjáanlega mjög að vatnsrásinni. Vjer komumst þá að þeirri niðurstöðu, að lífsstörf rótanna og blaðanna valdi vatnsrásinni, og líklegt er að hinir lifandi vefir í stönglinum vinni meira að henni en útlit er fyrir í fjótu bragði.

Vatnsrásin er plöntunum til varnar gegn uppþornan og hún flytur þar að auki sundurleyst steinefni úr moldinni til blaðanna og sundurleyst lífræn efni á vissum árstíðum til ungsprotanna.

Næringarrásin fer yfirleitt í tvær stefnur. Vatnsrásin fer uppávið og næringarstraumurinn frá blöðunum fer niðurávið. Vefir plöntunnar eru og venjulegast með tveim gagnstæðum skautum (eða pólum) í samræmi við þessar tvær aðalstefnur næringar-

rásarinnar. Á stöngli og rót er mjög mikill munur á oddi og grunni. Á afskornum stöngul- eða greinarhluta vaxa þeir brumknapparnir best, sem vissu upp meðan plantan var heil (242. mynd, A) og þetta helst óbreytt þótt þeim endanum sje snúið niður (242. mynd, B). Ræturnar vaxa langbest í þeim enda greinarhlutans, sem vissi niður í plöntunni, hvernig sem greinarbúturinn snýr (sjá 242. mynd A og B). Um rótarhluta er svipað að segja. Brumknappar koma fram á þeim endanum, sem veit að stönglinum, en rætur í hinum, hvernig sem hann snýr í jörð-



242. mynd. A greinibútur af víði, *gr.* neðri endi; *sp.* efri endi; *m.* brum; *r* rætur. B, gildari grein á höfði. C, upprjettur greinibútur. Við *a* er barkarhringur numinn burt. Rætur vaxa frá *a*. D, rótarbútur upprjettur. (Vöchting).

unni. Hver hluti í rót og stöngli er því með sprotaskauti og rótskauti. Sprotarnir þróast best í því skautinu, sem vatnið streymir að og lífrænu efnin streyma frá. Sprotarnir þurfa líka einmitt á vatni að halda, en lífræn efni framleiða þeir sjálfir. Rótin þróast best í því skautinu, sem vatnið streymir frá og lífræn efni streyma að, enda er það hlutverk rótar að afla vatns og lífræn næringarefni þarf hún að fá að. Þetta bendir á að hin mismunandi skaut standi í sambandi við mismunandi stefnur á rás næringarefna. Þegar kvistur eða annar hluti plöntulíkamans er græddur á annan plöntueinstakling, verður að taka tillit til skautanna. Reglan hljóðar

svo: að ólík skaut (þ. e. sprotaskaut og rótarskaut) draga hvort annað að sjer, en samskonar skaut (2 rótarskaut eða 2 sprotaskaut) hrinda hvort öðru frá sjer. Það er því auðvelt að græða saman sprotaskaut og rótarskaut, en afarerfitt að græða saman tvö samskonar skaut. Ofurauðvelt er að sanna þetta. Skerum t. a. m. teningslagað stykki úr rófu. Ef það er svo látið aftur eins og það lá í plöntunni, þá grær það fljótt við, en sje því snúið upp, er vissi niður í plöntunni, þá gróa sumir teningsfletirnir við, en sumir ekki. Lóðbeinu fletirnir geta nefnilega gróið við, en lárjettu fletirnir ekki, því þar mætast samskonar skaut, að ofan tvö rótarskaut og að neðan tvö sprotaskaut.

Í blaðinu verður og vart við skautaskiftingu, en þó með öðrum hætti, því að bæði brum og rætur vaxa frá neðri enda afskorins blaðhluta. Þetta er og í samræmi við stöðu blaðsins. Það er hliðstætt á stönglinum, og efst og neðst í blaðinu táknast eiginlega með efra og neðra borði. Annar munur er og á blaðhluta annarsvegar og stöngul- eða rótarluta hinsvegar. Frá afskorna blaðhlutanum vex heil ný planta þ. e. blaðhlutinn óbreyttur verður ekki hluti af líkama nýju plöntunnar, en bæði stöngul- og rótarhlutinn halda sjer óbreyttir í nýju plöntunni, milli hinna nýju hluta líkamans.

Þótt hin umrædda skautaskifting sje mjög ákveðin í líkamshlutum plantnanna, þá getur hún þó breyst stundum. Þess eru dæmi með brumlausu víðibúta að brum getur vaxið í rótarskautinu, ef því er snúið upp, og rætur frá sprotaskautinu, ef því er snúið niður. Þyngdarkrafturinn getur því, þótt sjaldgæft sje, breytt skautaskiftingunni.

Það er með öllu ókunnugt hverjir kraftar valda næringarrásinni og stoðar því ekki að fara frekar út í það. Þó má með nokkurnvegin vissu segja, að öll næringarefnin sjeu sundurleyst í vökvastraumunum. Yfirleitt munu efnin vera stöðugum umbreytingum undirorpin, og frumurnar í líkama plöntunnar hafa eflaust mátt til að taka við efnum og láta önnur frá sjer fara alveg óháð vökvasoginu.

V. Vöxtur og hreifing plantnanna.

1. Vöxtur.

Áður en talað er um vöxt liggur næst að athuga hvað meint er með orðinu vöxtur. Svo mætti jafnvel að orði kveða, að allur rúmtaksauki væri vöxtur, en rúmtaksvöxtur plantnanna er ekki ávalt samskonar. Sje þurkaður plöntuhluti lagður í vatn þrútnar hann og rúmtak hans vex. Rúmtak blaðanna eykst á kveldin eftir heitan og eimandi dag, af því að þau verða þá vatnsmeiri. Rúmtaksaukar þessir orsakast af vatnstökunni og hverfa aftur þegar vatnið minkar. Þeir teljast ekki til vaxtar. Til vaxtar teljum vjer aðeins þá rúmtaksauka, sem orsakast af lífsstarfi plöntunnar og haldast. Venjulegast eru ýmsar breytingar í líkamnum samfara vextinum, einkum þróunin, því verkaskiftingin verður meiri eftir því sem líkaminn vex.

Allur vöxtur plantna verður yfirleitt á þann hátt, að nýr efniviður smeygist inn á milli hinna eldri hluta. Hver fruma leggur um sinn sitt til vaxtar allrar plöntunnar, og svo má að orði kveða að vöxtur plöntunnar komi að innan. Krystallarnir og t. a. m. hjelan á gluggunum á vetrum vex þar á móti að utan. Hver einstök fruma vex innanfrá alveg eins og plantan í heild sinni. Vexti frumunnar má skifta í þrjú þroskaskeið, en ekki eru þau þó greinilega afmörkuð hvert frá öðru. Á fyrsta skeiðinu verður fruman til; veggirnir eru algjörðir en vaxa mjög seint. Frumur ungvefjanna og frumurnar í vaxtararni plantnanna eru dæmi upp á þetta skeið. Á öðru skeiðinu teygja veggirnir úr sjer og fruman fær sína ákveðnu lögun og nær fullri stærð. Fruman vex venjulega mikið á þessu skeiði. Vöxturinn í bruminu fyrst á vorin orsakast mest af því, að allar frumurnar eru orðnar til og teygja úr sjer þegar plantan fer að laufgast. Í brumknöppum

trjáplantna eru blöð og blóm byrjuð að vaxa á haustin og geymast á því skeiði allan veturinn. Þegar gróðrartíminn byrjar getur því vöxturinn komið fljótt, því að frumurnar teygja þá úr sjer. Vöxturinn getur jafnvel verið svo mikill, að honum megi fylgja með augunum. Þess eru t. a. m. dæmi, að fræflar í blómi geta lengst um 12—15 mm. á 20—30 mínútum, af því að frumurnar teygja úr sjer. Á þriðja skeiðinu vaxa frumuveggirnir á þyktina og þegar því er lokið er fruman fullorðin.

Þenna þróunarferil (þ. e. byrjunar- þenslu- og fullorðinsskeið) eiga allar frumur með takmörkuðum vexti. Þráðfrumur, mjólkurpípur og aðrar stöðugt vaxandi frumur eiga og svipaðan þróunarferil, að sjálfum oddinum undanteknum, er vex stöðugt.

Sama þróunarferilinn eiga einnig allir hinir vaxandi hlutar plöntunnar þótt þeir sjeu samsettir af mörgum frumum. Til dæmis má nefna nývefina, er spretta frá unguefnum og gera vöxtinn á gildleikann. Auðvelt er að rekja þróunarferilinn meðal þeirra hluta plöntunnar, sem eiga sjer takmarkaðan vöxt, t. a. m. blöðum og stöngulliðum, en þegar lengdarvöxturinn er ótakmarkaður (t. a. m. í allflestum rótum) er það miklu erfiðara. Ef vjer nú ætlum oss að athuga vöxt rótanna, er heppilegast að skifta þeim í belti með ákveðnum merkjum, og athuga svo hvert belti fyrir sig. Þá kemur í ljós þegar beltið er komið af byrjunarskeiðinu, að vöxturinn er hægfara í fyrstu, verður þvínæst örari og örari og að lokum fer hann minkandi þangað til þensluskeiðinu er lokið. Meðan á þensluskeiðinu stendur er vöxturinn því háður reglubundnum breytingum, sem eru ekki beint háðar æfíkjörunum, en sprotnar af lífseðli plöntunnar. Vöxturinn er háður sömu breytingum í stönglum, blöðum og ýmsum ungum aldinum. Auk hinna lögbundnu breytinga er vöxturinn stundum háður breytingum í kippum, en oss er með öllu ókunnugt hvernig á þeim stendur.

Á 8. bls. var dregið á lengdarvöxt rötariinnar. Yfirleitt vex aðeins örstuttur hluti rötariinnar á lengdina, allra neðsti hlutinn hjer um bil 10—15 mm. á lengd.

Lengdarvexti stöngulsins svipar mjög mikið til lengdarvaxtar rötariinnar, þó er hinn vaxandi hluti miklu lengri, um 12 cm. og stundum alt að því 40 cm. Þegar hinn vaxandi stöngulhluti er svo langur þá nær hann yfir marga stöngulliði. Í sumum stönglum er þenslunni lokið fyr ofantil en neðantil og oft á hið sama sjer

stað í einstökum liðum, t. a. m. í liðum grasstráanna. Hver stöngulliður á yfirleitt sinn eigin vaxtartíma og gjörir það vöxt stöngulsins miklu margbrotnari.

Blöðin vaxa fyrst í oddinn, en þvínæst jafnt yfir alla blöðkuna eða einkum við grunninn. Á burknum vex þó blaðoddurinn mjög lengi.

Vaxtarhraðinn er háður hinum ytri kjörum. Hann er táknaður með því, hve mikið plantan vex á tímaeiningunni (klukkustund eða mínútu). Vaxtarhraðinn er breytilegur meðal hinna ýmsu tegunda og meðal ýmsra hluta plöntulíkamans, þótt kjörin sjeu hin sömu. Bambusreyrinn er einna orðlagðastur sökum mikils vaxtarhraða. Hann getur vaxið 0,7 metra á dag þegar vel lætur, eða hjer um bil 0,5 mm. á mínútu. Ýmsar sveppategundir hafa einnig öran lengdarevöxt, 0,3 mm. á mínútu, en fljettutegundir vaxa þar á móti mjög seint. Þegar ýmsar tegundir eru bornar saman með tilliti til vaxtarhraðans, er hann reiknaður í hlutfalli við stærð hins vaxandi hluta. Fræslarnir, sem getið var um áður, hafa meiri vaxtarhraða en bambusreyrinn þegar þannig er reiknað. Vaxtarhraðann má mæla með ákveðnum verkfærum, sem til þess eru gjörð.

Æfiskjörin í heild sinni hafa mjög mikil áhrif á vöxtinn og kemur það í ljós á ýmsan hátt. Ljósið og þyngdarkrafturinn hafa mikil áhrif á það hvar nýmyndanirnar verða til og í hvaða stefnu þær vaxa. Ljósið hefur þau áhrif, ef öflug skautaskifting (sjá á undan) vinnur ekki í gagnstæða átt, að sprotinn vex sólarmegin en rótin skuggamegin. Þyngdarkrafturinn hefur svipuð áhrif: að rótin vex á neðri enda plöntuhlutans, en sprotinn á efri endanum. Ljósið ber venjulega sigur úr þytum ef birta og þyngd vinna hvort móti öðru. Vaxtarhreifingu blaðanna mætti og geta hjer (sjá 24.—25. bls.).

Súrefni er nauðsynlegt fyrir vöxt plantnanna þegar loftleysingiarnir eru fráskildir eða smáverurnar, sem ekki þurfa eða þola súrefni. Vatn er og nauðsynlegt, því að vanti það, er vökvapenslan ekki í lagi og þá er vöxturinn ekki eðlilegur, og vatnið er yfirleitt nauðsynlegt til þess að plantan þrífist. Næringarefnið eru og nauðsynleg þótt vöxturinn (þ. e. vöxtur veggjanna) sje ekki háður þeirri næringu, sem plantan fær meðan hann á sjer stað. Vaxtarnæringin er nefnilega geymd í frumunum, og svo má því að orði kveða, að vöxturinn sje undir því kominn, að plantan hafi áður safnað forða, og vöxturinn verður því meiri

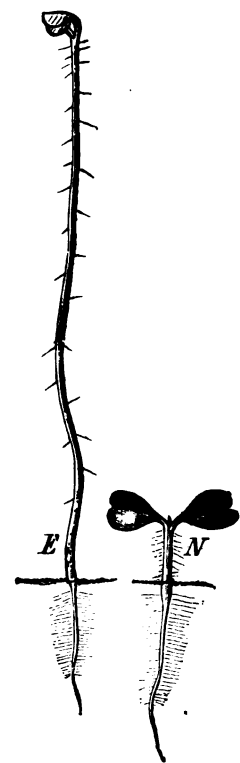
sem hún hefur safnað meiri forða í því augnamiði. Hitinn hefur og mikil áhrif á vöxtinn. Þegar hitinn nær ákveðnu lágmarki getur enginn vöxtur orðið. Lágmarkið er breytilegt meðal hinna ýmsu tegunda. Fyrstu vorplönturnar þurfa tiltölulega lítinn hita til að vaxa, og yfirleitt eru plöntur í köldum löndum ekki heimtu-frekar, að því er hitann snertir. Sumar þörungategundir í Norður-íshafinu dafna jafnvel mjög vel þótt hitinn sje ekki meiri en $\div 0^{\circ}$,₅. Plöntutegundir heitu landanna þurfa miklu meiri hita, og rætur maískimplöntu virðast tæplega vaxa ef hitinn er ekki meiri en 10° . Ýmsar aðrar tegundir hafa hærra lágmark. Plönturnar hafa með öðrum orðum komið sjer í samræmi við æfiskjörin og lagað sig eftir mismunandi hita. Þegar lágmarkinu sleppir og hitinn vex, þá eykst vaxtarhraðinn og er hann mestur þegar hitinn er kringum 30° , og er þá ekki tekið tillit til plantna köldu landanna. Verði hitinn um $40-45^{\circ}$ þá hættir vöxturinn. Eigi er þó svo að skilja, að plantan þrífist best þegar vöxturinn er sem hraðastur, því að þegar komið er á svo hátt hitastig verður efnasundrunin við andardráttinn alt of mikil.

Skifting dags og nætur hefur og áhrif á vöxtinn. Ef hiti, raki og önnur ytri kjör eru eins, þá er vöxtur frumanna venjulegast meira hægfara í birtu en myrkri. En það er þó fremur sjaldgæft að ytri kjörin sjeu eins nótt og dag og venjulegast er nóttin svalari; því verður niðurstaðan oft sú, að vöxturinn er hraðari á daginn.

Þegar grænar plöntur eiga við langvint ljósleysi að búa verður vöxtur þeirra óeðlilegur. Sjeu þær í algjörðu myrkri verða þær nálega aldrei grænar. Stönglarnir eru þá oftast nær hvítleitir, blöðin gulleit og næringin óeðlileg af því að kolsýruvinsla á sjer ekki stað. Lögun plöntunnar verður og óeðlileg. Þegar tvíkímblaða plöntur vaxa í myrkri, verða stönglarnir venjulegast (en ekki ávalt) lengri en þeir eiga að sjer (sjá 243. mynd), því að frumurnar teygja úr sjer miklu meira en venja er til þegar plantan vex í birtu. Blöðin verða minni en þau eiga að sjer og oft eru þau örlítið. Þetta sjest greinilega þegar kartöflur spíra í dimmum kjallara; sprotinn verður þá tiltölulega langur og grannur og blöðin hreisturkend. Sumum einkímblaða plöntum er eins farið, en meðal sumra tegundanna er minni munur á ljósplöntum og myrkurplöntum. Þótt hinar ýmsu tegundir sjeu nokkuð mismunandi með tilliti til myrkurvaxtar, þá er þó ýmislegt sameiginlegt fyrir þær

allar. Þartil má telja, að frumuveggirnir verða ekki fullþroska í myrkri, og þá verða stoðvefirnir einnig litlir og veikbygðir; vefirnir í heild sinni verða vatnsmiklir og linir. Hið óvenjulega ástand þessara plantna táknum vjer með orðinu myrkurvöxtur. Hafi plantan vaxið í algjörðu myrkri, er sagt að hún sje algjörlega

myrkurvaxin. En myrkurvöxturinn getur verið á háu eða lágu stigi. Hann er mestur þegar engin birta kemst að og verða plönturnar þá ekki langlífar. Hann er á lágu stigi þegar plantan fær ekki eins mikla birtu og henni er eðlilegt. Ljósplöntur geta t. a. m. orðið myrkurvaxnar í birtu, sem er nægileg til þess að skuggaplöntur nái eðlilegum þroska. Myrkurvöxturinn er sprottinn af því, að mörg af lífsstörfum plöntunnar raskast, orsakir hans eru því margbrotnar og flóknar. Venjulegast er mikill loftraki samfara ljóseleysinu og hann stuðlar þá einnig að hinum óeðlilega vexti. Stundum er myrkurvöxturinn til mikils gagns. Þegar frá eru of djúpt í moldinni, hjálpar myrkurvöxturinn spirunni til þess að komast upp í ljósið og loftið. Í garðyrkjunni er oft lögð stund á myrkurvöxtinn og mætti kalla það fólvaræktun. Tilgangur manna með því að útiloka ljósið er sá, að plönturnar eða plöntuhlutarnir verði bragðbetri, linir og stökkir. Í akuryrkjunni er stundum lögð stund á myrkurvöxt á lágu stigi (t. a. m. við hörræktun). Sje plöntunum sáð svo þjett að hver skyggir á aðra



243. mynd. Tvær jafngamlar mustarðskímplöntur. *N* hefur átt við eðlileg kjör að búa, *E* hefur vaxið í myrkri (Nall). Stöngullinn í *E* er ofdigur á myndinni.

urvaxinn og þá um leið veikbygðari.

Vefjapensla. Vefir í vaxandi plöntuhluta þrýsta hver á annan. Innri vefirnir þrýstast saman en ytri vefirnir þenjast út. Sjeu t. a. m. vaxandi fíflaleggir margklofnir eftir lengdinni, þá vefjast smáræmurnar upp, af því að ytri vefirnir dragast saman

þegar þrýsting innri vefjanna lýkur. Þenna vefjaþrýsting köllum vjer vefjaþenslu. Orsök hennar er sumpart sú, að vefirnir vaxa misfljótt og sumpart kemur hún af því, að vökvapenslan í vefjunum er misjöfn. Í mjög ungum plöntuhlutum er engin vefjaþensla, en hún er langmest í plöntuhlutum, sem vaxa ört og togná því mikið, en lítil eða engin vefjaþensla er í fullorðnum plöntuhlutum.

Vefjaþenslan er breytingum undirorpin á hverjum degi, því að hún er mjög háð vatnsforða plöntunnar. Vatnsforðinn minkar venjulegast á daginn sökum eimingarinnar og vefjaþenslan minkar þá um leið. Vatnsforðinn vex þegar kvölda fer og á nóttunni og þá eykst vefjaþenslan. Samkvæmt þessu er mikil vefjaþensla í stöngli, sem legið hefur í vatni nokkra stund, en engin í visnandi stönglum. Safamiklir plöntuhlutar geta sprungið ef þeir liggja í vatni um hríð eða ef loftið er mjög rakafullt, og orsakast það af því, að innri vefirnir þrýsta svo mikið á ytri vefina, að þeir láta undan. Vefjaþenslan styrkir vaxandi stöngla og yfirleitt jurtkenda stöngla. Hún hefur sömu þýðingu fyrir plöntuna í heild sinni einsog vökvapenslan fyrir frumuna.

Örvun og sambreytingar. Efnasundrunin skapar kraftinn, sem veldur vextinum óbeinlínis. En ekki er oss kunnugt um hverjir kraftar gjöra vöxtinn beinlínis. Áhrif kjaranna á vöxtinn koma í ljós í heild sinni einsog örvun. Má sjá það af þeim áhrifum, sem dráttur og þrýstingur o. fl. hafa á vöxtinn. Margur mundi ef til vill halda, að lengdarvöxturinn ykist ef togað væri í stöngulinn, en svo er þó ekki, að minsta kosti ekki í byrjuninni. Sje togað í stöngulinn, þá dregur úr vextinum um stund þangað til plantan hefur vanist toginu, en úr því vex hún fljótar. Sje þá togað meira, dregur aftur úr vextinum þangað til plantan hefur vanist því lagi. Um leið og plantað venst við lagið, verða frumuveggirnir þykkri og stundum koma þá upp stoðvefir. Þetta sýnir oss að plantan getur að ýmsu leyti breytt byggingu sinni eftir því sem henni hæfir best. Álkunnugt dæmi upp á þetta er, að aldinleggirnir verða æ sterkbygðari eftir því sem aldið vex og þyngist.

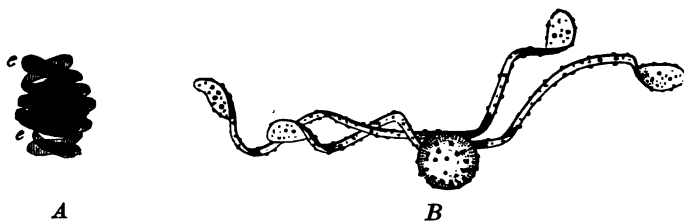
Plantan er samgróin heild, og þótt einstakir hlutar hennar sjeu meira eða minna sjálfstæðir, þá eru þeir þó hver öðrum háðir innbyrðis, þannig að, breyting eins hefur breyting á hinum í för með sjer. Þetta er kallað sambreyting. Mikið ber á sambreytingum í sambandi við vöxtinn. Skal aðeins bent á eitt dæmi,

er sýnir þetta glögt. Þegar rætur eða stönglar byrja að kvíslast dregur úr vaxtarhraðanum (í aðalrótinni eða aðalstönglinum) og svo getur staðið skamman eða langan tíma. Breyting á rótinni eða stönglinum (þ. e. kvíslunin) hefur þannig í för með sjer breytingu á vaxtarhraðanum (þ. e. að úr honum dregur).

2. Hreifing.

Hreifingum plantanna má skipa í tvo höfuðflokka. Í fyrsta flokknum eru hreifingar, sem eru óháðar lífsstarfi plantanna eða að minsta kosti óbeinlínis óháðar því. Í hinum flokknum eru lífshreifingarnar þ. e. hreifingar, sem orsakast af lífsstarfi frumanna. Í þeim koma lífsstörfnir í ljós í öllu sínu veldi og allri sinni fjölbreytni, en hreifingar fyrsta flokksins eru einkum háðar dauðum eða þornuðum líkamshlutum.

Til dæmis uppá hreifingar fyrsta flokksins má geta þess, að sum þroskuð aldinhyði og ýmsar þurrar blómskipanir (t. a. m. karfa

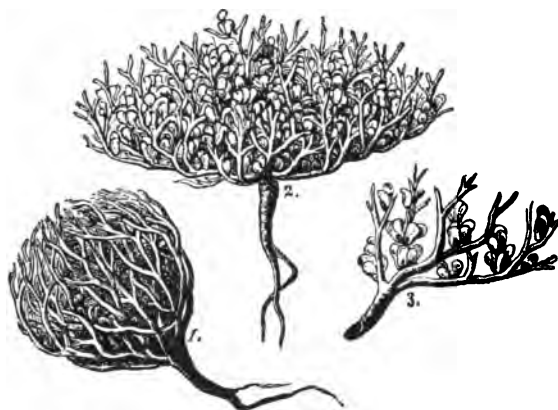


244. mynd. Elftingargrö vott (A) og þurt (B).

þistilsins o. fl.) opnast í þurviðri og lokast í votviðri. Í ýmsum öðrum líkamshlutum geta og komið í ljós einkennilegar hreifingar, þegar raki og þurkur skiftist á. Á 244. mynd er sýnt elftingargrö. Þegar loftið er rakafullt vefjast gróþræðirnir utanum gróðið (244. mynd, A), en í þurviðri rakna þræðirnir upp og teygja úr sjer (244. mynd, B). Að breytingar á vatnsforðanum geta valdið þessum hreifingum stafar af því, að vefirnir þrútna ekki jafnmikið þegar þeir drekka í sig vatn, og skorpna misjafnt þegar þeir þorna.

Hreifingar Jerikórósarinnar (245. mynd) er mjög glögt dæmi uppá þesskonar hreifingar. Jerikórósin vex á þurrum eyðimörkum. Þegar þurviðri eru langvinn þornar plantan og greinarnar sveigjast

þá innávið (245. mynd, 1), en í votviðri rjettast greinarnar upp (245. mynd, 2 og 3). Þessar hreifingar byggjast á sköpulagi greinanna. Efra borð þeirra þrútnar miklu meira en neðra borðið þegar plantan hefur nóg vatn, greinarnar hljóta því að sveigjast útávið. Þegar þurt er og plantan missir vatn skorpnar efra borðið auðvitað miklu meira en neðra borðið og greinarnar hljóta því að sveigjast innávið. Sökum þessa skapnaðar getur plantan lifað á þurrum eyðimörkum.



245. mynd. Jerikórósinn, 1 þornuð, 2 rök; 3 greinarhluti rakur. 1 og 2 minkað, 3 eðlileg stærð.

Svipaðar hreifingar geta og átt sjer stað í safamiklum plöntuhlutum. Alþekt dæmi þessa er hýði aldinskellisins. Þegar fræin eru þroskuð opnast það skyndilega og þeytir þeim langt burt. En svo stendur á þessari hreifingu, að ytra og innra borð hýðislokanna vex misjafnt. Ytra borðið vex fljótar, og því verður mikil vefjaþensla í hýðinu, er opnar það að lokum. Lokurnar losna að neðan og vefjast upp svipað og gormur.

Lífshreifingarnar eru og tvenskonar: 1. hreifingar, sem flytja einstaklinginn úr einum stað í annan, og 2. hreifingar meðal jarðfastra plantna.

1. Ýmsar plöntugundir geta hreift sig úr einum stað í annan, og sjálft frymið getur hreift sig fram og aftur í frumunni (sjá 64. bls.). Plöntulíkamir samsettir af beru, þ. e. vegglausu frymi geta og hreift sig úr stað. Allflestar karlfrumur, kynfrumur og gró þörunga og sveppa, og mjög margar gerlategundir eru og

sjálfhreifilegar. Allar þessar smáverur hreifa sig fram og aftur í vökvum þeim, er þær vaxa í. Hreifar þeirra eru örmjóir þræðir, svifurnar. Kísilþörungar og sumar aðrar ófullkomnar þörungategundir skríða áfram. Allar þessar hreifingar byggjast að mestu á samdrætti í fryminu og eru því sama eðlis og vöðvahreifingar dýranna.

2. Hreifingar meðal jarðfastra tegunda eru tvenskonar: vaxtarhreifingar og breytihreifingar.

Vaxtarhreifingarnar orsakast af vextinum og hætta þegar plantan eða plöntuhlutinn er fullorðinn. Það er auðvitað vaxtarhreifing þegar rót eða stöngull vaxa beint fram og mætti kalla hana beina vaxtarhreifingu. Þegar ræða er um vaxtarhreifingar er þó venjulegast átt við þær hreifingar, sem víkja úr hinni beinu stefnu. Hneigingar köllum vjer alla snúninga og beygingar í vaxandi plöntuhlutum, sem eru ekki háðar utanað komandi áhrifum, en eru sprottnar af innri kröftum plöntunnar. Vöxtur blaðanna í brumknappnum er óbrotið dæmi uppá hneigingar. Í fyrstunni vaxa þau mest á ytra borði og sveigjast þá yfir stöngulkollinn (sjá 21. bls. og 29. mynd; 13. bls. og 15.—16. mynd), en síðar vaxa þau meira á efra borði og beygjast þá út-ávið. Vaxandi stöngulendar eru oft krókbeygðir t. a. m. á kímplöntum (sjá 4. bls., 4. mynd, B) og jarðrenglum (sjá 41. bls., 51. mynd, E, F). Þessar hneigingar eru plöntunni gagnlegar og ljetta hinum vaxandi stönguloddi að ryðja sjer fram í moldinni. Venjulegast er og að vaxandi stönglar hneigjast í ýmsar áttir meðan á vextinum stendur. Hneigingarnar eru mjög greinilegar á vaxandi gripþráðum, því vaxtarhraðinn breytist mjög fljótt og þráðurinn vex t. a. m. annað veifið örast á eina hliðina og hitt veifið á hina. Snúningar vafningsplantanna eiga þó ekkert skylt við hneigingar.

Beygingar eru ýmsar þær vaxtarhreifingar nefndar, sem orsakast af utanað komandi áhrifum. Venjulegast er að plantan eða plöntuhlutinn tekur sjer ákveðna stöðu eftir stefnu áhrifanna, annaðhvort þannig að plöntuhlutinn sækir í áttina, sem áhrifin koma úr, eða hann leitar í gagnstæða átt. Stöngullinn er t. a. m. ljóssækin og jarðfælinn og rótin jarðsækin og ljósfælin, þ. e. stöngullinn leitar í áttina, sem ljósið kemur úr, en flýr undan áhrifum þyngdarinnar; um rótina er sama að segja, hún leitar í þyngdarstefnuna en flýr undan ljósinu. Stundum er stefna plöntuhlutanna skáhöll

við stefnuna, sem áhrifin koma úr. Stöngulgreinar og rótargreinar eru t. a. m. hálfjarðsæknar.

Breytihreifingar eru aðeins meðal fullorðinna plöntuhluta og orsakast af ákveðnum hreifisfærum. Hreifar þessir geta dregið sig saman og þanið sig út sökum breytinga á vökvapenslunni, þ. e. að segja þeir geta minkað eða aukið rúmtak sitt eftir því sem við á. Hreifingar þessar eru sumpart sjálfkrafa eða háðar kröftum sjálfrar plöntunnar, en flestar þeirra eru þó sprotnar af ytri áhrifum, að minsta kosti flestar þeirra, sem mikið ber á.

Flokkun hreifinganna. Þegar plantan hreifist úr einum stað í annan og virðist ekki dragast í ákveðna átt af neinum ytri áhrifum, þá segjum vjer að stefnan, sem plantan tekur, sje af hendingu einni. En margskonar áhrif benda hreifingum hennar í ákveðnar áttir; þá er kallað að hreifingarnar sjeu háðar. Vjer segjum að þær sjeu háðar ljósinu (*phototaxis*), þyngdinni (*geotaxis*) o. s. frv., þ. e. hreifingarnar eru háðar orsökinni, sem veldur stefnu þeirra. Hreifingin er aðhverf þegar hún stefnir í áttina, sem áhrifin koma úr, en fráhverf þegar hún stefnir í öfuga átt (t. a. m. ljóssækni og ljósfælni).

Sumar lífshreifingar eru sjálfkrafa eða sprotnar af innra eðli plöntunnar, t. a. m. hneigingarnar, sem getið var um áður o. fl. Sumar hreifingar orsakast af áhrifum utanað. Margt er sameiginlegt með þeim, því að þær eru plöntunni til hjálpar til þess að komast í samræmi við umhverfið. Þær hjálpa plöntunni til þess að leita hins haganlega og nota það og umflýja það, sem skaðlegt er. Mjög er það misjafnt hve plöntur eru ljósfrekar, næringarfrekar, vatnsfrekar o. s. frv., og þetta getur meira að segja verið misjafnt með tilliti til ýmsra lífsstarfa og jafnvel líka með tilliti til sama líkamshluta á mismunandi þroskaskeiði. Samkvæmt þessu getur sami plöntuhluti hreifst í gagnstæðar áttir af samskonar áhrifum, eftir því sem á stendur. Svo er komist að orði, að plantan eða plöntuhlutinn sje misnæmur á áhrifin utanað, og bersýnilegt er, að það er plöntunni til góðs.

Það, sem einkum hefur áhrif á hreifingar plantnanna, er: ljós, hiti, þyngd, raki, efnafar o. fl. Kraftar þessir hrífa á plöntuna eins og örvun, og hreifingarnar sýna að hún er næm á áhrifin. Örvunin vekur eða getur vakið krafta í plöntunni og fer það eftir næminu; kraftar þessir valda hreifingu og hún er hin sýnilega afleiðing örvunarinnar. Þetta líkist skynjan dýranna í öllum aðalat-

riðum. Þó þykir ekki eiga vel við að kalla skynjan meðal plantanna og mest af þeirri ástæðu, að eiginleg skynfæri eru ekki í plöntulískamanum. Vjer tölum því ekki um skilningarvit meðal plantanna, og þegar ræða er um skyneiginleika þeirra, látum vjer oss nægja að tákna þá með orðinu næmi og köllum ljósnæmi (*fotoaesthesi*), hitanæmi (*thermoaesthesi*), þyngdnæmi (*geoaesthesi*), vatnsnæmi (*hydroaesthesi*), efnanæmi (*kemoaesthesi*) o. s. frv. Hreifingar plantanna eru og flokkaðar eftir kröftunum, sem valda þeim.

Ljóshreifingar. Ljósið er afarmikilvægt fyrir líf plöntunnar í heild sinni og það hefur þá einnig mjög mikil áhrif á hreifingarnar eins og við er að búast. Sökum hreifinganna getur plantan eða plöntuhlutinn komist í heppilega stefnu til þess að nota ljósið sem best eða til þess að forðast það, ef það er skaðlegt. Hreifingarnar snúa plöntunni eða plöntuhlutanum í ljósstefnuna (stefnuhreifingar) eða miða að því að laga sig eftir misjafnri birtu. Sumar hreifingar eru svefnhreifingar og bundnar við skifting dags og nætur.

Stefnuhreifingarnar sjást einkum á blöðunum. Efra borð blaðsins snýr venjulegast við ljósinu og komi ljósið úr einni átt, er fljótsjeð að öll blöðin snúa efra borðinu í ljósáttina. Oft má sjá þetta greinilega á gluggaplöntum (rósum o. fl.), og sje plöntunni þá snúið, kemur í ljós að blöðin vindast við, svo ytra borðið viti aftur að ljósinu. Blöðin geta og lagað sig eftir misjafnri birtu eða breytt stefnunni eftir ljósmagninu. Þegar birtan er dauf taka blöðin sjer stöðu þannig, að geislarnir komi fallbeint á yfirborðið, en sje ljósmagnið mikið, hreifist blaðkan þannig að geislarnir falli skáhallt á hana. Þegar oft dregur fyrir sólina eru þessar hreifingar mjög tíðar fram og aftur. Allar þessar breytingar á stefnu blaðanna verða af breytingum, sem eiga sjer stað í blaðfætinum eða leggnum. Venjulegast er að blöðkurnar einar geta skynjað ljósið (og ljósbreytingu) og þær senda þá boð til blaðstílsins um að halda sjer í ákveðinni stefnu (eða breyta stefnunni), en oss er ókunnugt um, hvernig þessi boð ganga. Ljósnæmið er mjög misjafnt meðal ýmsra tegunda. Skuggaplöntur flýja t. a. m. birtu, sem er hin haganlegasta fyrir sumar aðrar tegundir. Mesti fjöldi blaða missa mátt til þessara hreifinga er þau eru fullorðin, og hafa þá úr því óbreytanlega ljósstefnu.

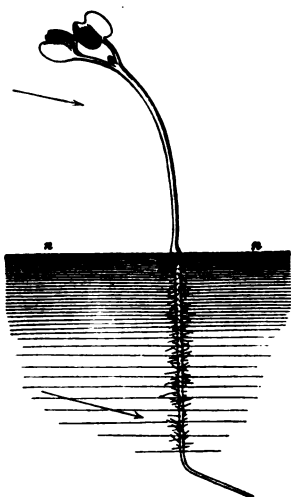
Á 246. mynd er sýnd mustarðskímplanta. Birtan kemur frá einni hlið einsog örvarnar benda. Stönguloddurinn beygir sig

móti ljósinu eða er ljóssækinn, en rótaroddur beygist í öfuga átt og er ljósfælinn.

Svefnhreifingar eða næturhreifingar eru háðar skiftingu dags og nætur. Þeim má skifta í vaxtarhreifingar og breytihreifingar eftir því hvort hreifingarnar verða í vaxandi eða fullorðnum plöntuhlutum.

Meðan blöðin eru ung hreifast þau oft fram og aftur af því að blaðstilkurinn vex stundum örast á efra borði, en stundum á neðra borði. Á sumum plöntum beygjast vaxandi blöð upp að stönglinum á kveldin og svo aftur niðurávið á morgnana. Á öðrum tegundum eru blöðin beygð niður á nóttunni en upp á daginn. En þessar hreifingar hætta þegar blöðin eru fullorðin. Alkunnugt er, að blóm og þjettar blómskipanir (t. a. m. körfur, sjá 247. mynd) opnast og lokast með ákveðnu millibili, og oft um sama mund dag eftir dag. Opnunartíminn er þó mismunandi snemma fyrir ýmsar tegundir. Á því byggist »blóma-klukkan«, eða að ráða má af opnun og lokun ýmsra blómategunda hve framorðið er. Sumar tegundir opnast snemma á morgnana (fífill, skarífífill (247. mynd), o. fl.), aðrar undir hádegðið. Sumar lokast þegar um hádegðið og aðrar síðar. Sumar tegundir opnast fyrst á kvöldin, (tóbaksjurt o. fl.)

og lokast undir morguninn. Breytingar þessar eru svo reglulegar, að af þeim má ráða með nokkurnvegin vissu hve framorðið er. Allar þessar hreifingar orsakast af misjöfnum vexti í blaðgrunninum.



246. mynd. Mustarðskímplanta gróðursett í myrkri; stöngullinn vex beint upp og rótin beint niður, en hvortveggja breytir stefnu er birtan kemur. Sjá meginmálið. (Sachs).



A



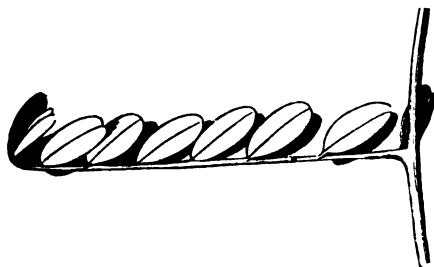
B

247. mynd. Karfa af skarífífilltegund. A, lokuð, B, opin. (Detmer).

Þegar vöxturinn er örastur í ytra borði blaðsins lokast blómið, en opnast aftur þegar vöxtur er örastur í innra borðinu. Hreifingar hætta því með öllu þegar blómið eða blómskipanin er fullvaxin. Breytileikshreifingarnar eru greinilegastar og kunnastar meðal samsettra blaða. Þegar dimma fer, taka bleðlarnir sjer næturstöðu (248 mynd, B, 249. mynd); blöðin leggjast þá saman, hanga niður og lykja hvert um annað (248. mynd) eða þau beygjast uppávið (249. mynd). Stundum sveigist blaðið í heild sinni inn að stönglinum. Svefnhreifingar eru talsvert algengar, einkum í heitum



248. mynd. Smári. A, dagstaða; B, næturstaða. Miðblaðið legst saman og grípur um hina bleðlana. (Darwin).



249. mynd. Ertublómategund; smáblöðin beygjast uppávið. Náttstaða. (Darwin)

löndum. Svefnhreifingar næmu mímósunnar eru talsvert margbrotnar (sjá síðar 250. mynd). Hreifingar þessar orsakast af breytingum á vefjapenslunni við grunn smáblaðsins eða í stilknum. Svefnhreifingarnar standa í nánú sambandi við ljósbreytingarnar og sje plantan látin í myrkur þá koma blöðin sjer fljótt í næturstöðu. Ekki verður þeim útrýmt þótt plantan sje ávalt látin vera í birtu eða myrkri, því að í fyrstunni að minsta kosti breyta blöðin um stöðu á þeim tíma, sem þau hafa verið vön. Þau hafa vanist þessum hreifingum og halda þeim áfram nokkra hríð þótt utanáhrifin, sem vekja þær, endurtakist ekki. Menn hafa ýmsar skoðanir á nytsemi svefnhreifinganna. Darwin áleit að náttstaða blaðanna drægi úr útgeislun hitans á nóttunni, og má vel vera að svo sje.

Hitahreifingar. Ákveðinn hiti er, einsog auðskilið er, nauðsynlegur til þess að hreifingar yfirleitt geti átt sjer stað, en sem hreifingarorsök stendur hitinn langt að baki ljósinu. Sje stöngull eða rót látin vaxa þannig að heitara sje öðrumegin, þá koma í ljós hreifingar, er svipar til ljóshreifinganna. Hitahreif-

ingarnar eru og ásæknar og fælnar þ. e. þær leita á hitann eða leita undan honum. Hitahreifingar eiga sjer og stað meðal sjálfhreifilegra plantna og smádyra. Þeim er venjulegast þannig varið, að verur þessar leita á hitann ef hann er ekki hár, en undan ef hann er mikill.

Vatnshreifingar. Ýmsir plöntuhlutar eru næmir á raka. Grófrumur myglusveppanna flýja raka jörð og sama raun verður á ef einhver votur hlutur er látinn hanga nálægt þeim. Þær firrast hann einnig og eru því vatnsfælnar. Rætur jurtanna eru vatnsæknar þ. e. þær leita á rakan jarðveg en flýja mjög þurran. Þó verður rakinn þá að vera innan ákveðinna takmarka, því að ef hann er mjög mikill þá fælast ræturnar hann.

Efnahreifingar. Sundurleyst efni og loftkend efni örva ýmsar hreifingar meðal plantnanna. Sjálfhreifilegar plöntur verða þannig fyrir allmiklum áhrifum af margskonar efnasamböndum, næringarefnum, eituregundum, sýrum, söltum o. s. frv. og súrefni; um þessar hreifingar er komist svo að orði, að þær sjeu háðar þessum efnum (*kemotaxis*). Oft er sagt að þær hreifingar sjeu háðar súrefni (*aërotaxis*), sem það veldur. Loftleysingjarnir forðast t. a. m. súrefnið, jafnvel þótt það sje mjög mikið þynt, en loftpurfarnir eru sólnir í súrefnið og sækja í þá stefnu, sem það kemur úr. Þegar geriltegundum og smælingjum yfirleitt er safnað í vatnsdropa, þá breiða þær jafnt úr sjer um allan vökvann, en sje svo hármjórrí pípu með sundurleystum efnum (t. a. m. sykri o. fl.) stungið niður í dropann, fara smælingjarnir að nálgast pípumynnið og sumir fara inn í pípunu. Sú hreifing er ásækin. Það er mjög misjafnt hve mikil áhrif ýms efni hafa á tegundirnar. Sum efnin draga til sín ákveðnar tegundir og hrinda öðrum frá sjer. Eplasyra dregur burknafrjóin að sjer og sykur mosafrrjóin. Þegar gerlar og örsmá dýr safnast utanum rotnandi efni, þá eru efnahreifingarnar þess valdar. Efnahreifingar eiga sjer og stað meðal jarðfastra plöntutegunda. Má þar til nefna, að ræturnar finna næringarmestu staðina í moldinni og leita þangað sem loftgóða mold er að finna. Það er og efnahreifing er frjópípan vex niður úr stílum o. fl.

Þyngdarhreifingar. Þyngdin hefur áhrif á stefnu plöntuhlutanna á tvennan hátt, blátt áfram sem þyngdarafl t. a. m. þegar greinarnar sveigjast undan aldinþunganum, og sem örvun. Hjer verður öll áherslan lögð á örvunina.

Aðalstönglarnir vaxa venjulegast beint upp t. a. m. trjástofnar, jurtastönglar, loftsprotar fjölærra jurta o. s. frv. Aðalrætur vaxa beint niður t. a. m. stólparótin. Sje plöntunni kippt upp og hún svo lögð lárjett, þá geta ekki hinir fullorðnu líkams hlutar breytt stefnu, en hinir vaxandi hlutar breyta stefnu sinni, stönguloddurinn fer að beygjast uppávið og rótin niðurávið.

Knjeð á grasstráunum er einskonar hreifisfæri. Það er lengi að vaxa og getur oft vaxið eftir að stöngullinn að öðru leyti er fullorðinn. Meðan stráðið er beint, vex knjeð ekki, en leggist stráðið útaf fer það þegar að vaxa. Aðalvöxturinn verður þá neðan á hnjenu, en að ofanverðu vex það ekki en verður þar öllu styttra. Stráið rjettist þá við.

Pau áhrif hefur þyngdin á hliðargreinar, að þær leita niðurávið. Rótargreinarnar vaxa á ská niður í moldina og eru því hálfjarðsæknar. Stöngulgreinar eru meira uppstæðar með því að ljósið vinnur þar móti þyngdinni. Blöðin eru og hálfjarðsækin, en ákveðin hlið (neðra borðið) veit ávalt niður.

Hreifingar vafningsplantanna eru og þyngdarhreifingar eða sprotnar af örvun, sem þyngdin veldur. Fyrrum var þessum hreifingum ruglað saman við hinar sjálfkrafa hreifingar, sem getið hefur verið um. Sje vafningsjurt látin standa á höfði, vindur stöngulendinn sig ofanaf stoðinni, beygist uppávið og fer þá að vinda sig áfram og upp. Ungir humalsprotar vaxa í fyrstunni beint upp og bera sig sjálfir, en brátt fara þeir að vesja sig um stoðina í skrúfgang (hægri skrúfu) til hægri handar; hreifingin fer þá í sömu átt og vísirinn á klukku, sem liggur á sljettu borði. Hringhreifingin eða skrúfuhreifingin orsakast af örvun þyngdarinnar, og eftir því sem stönglarnir vaxa, verða þeir meira jarðfælnir og leitast við að rjetta sig upp, en falla þá ennþá betur að stoðinni.

Þyngdnæmið er mismunandi. Sumar tegundir, t. a. m. mistilteininninn, virðast ekki hafa þyngdnæmi, eða næstum því ekkert. Þetta er og í samræmi við vaxtarstað mistilteinsins. Hann vex á trjam og jarðsækni mundi ekki stoða hann neitt, en ljósfælnin kemur rótinni að góðu haldi. Þyngdnæmið er og mismunandi eftir þroskaskeiðinu, alveg einsog ljósnæmið. Meðal vafjurtanna eru t. a. m. ungir stönglar hálfjarðsæknir, en fullorðnir stönglar eru jarðfælnir. Meðan blómin eru ung lúta þau oft, af því að yngsti og efsti hluti blómleggsins er jarðsæknari en eldri hlutarnir, en þegar blómið er fullþroska, rjettir leggurinn úr sjer og er þá

jarðfælinn. Þyngdnæmið er komið undir afstöðu plöntuhlutanna við aðalstöngulinn. Rótargreinar og stöngulgreinar vaxa skáhalt út frá aðalbolnum og stefna þeirra er sambreytileg eftir stefnu bolsins. Bolurinn hefur áhrif á stefnu greinanna og þyngdnæmi. Sje t. a. m. toppsprotinn skorinn af rauðgreni, þá breytist þyngdnæmi efstu greinanna. Þær beygjast uppávið og ein þeirra eða tvær verða að toppsprotum.

Snertihreifingar. Þegar plantan verður fyrir áverkum og eitthvað þrýstir á hana eða skekur hana, þá koma í ljós ýmsar hreifingar. Þannig eru tilkomnar ýmsar hreifingar, sem mjög mikið ber á.

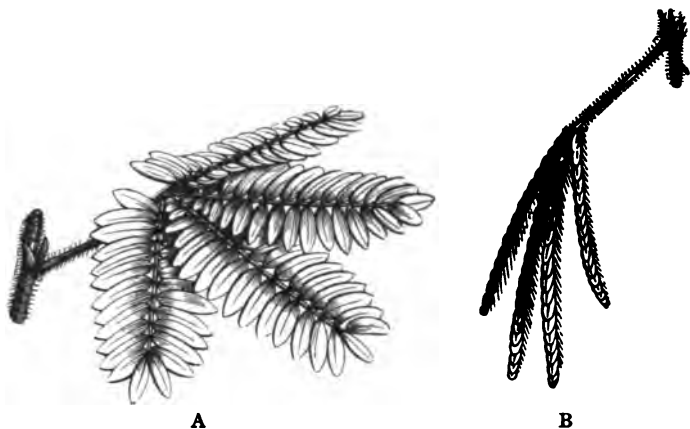
Oft verður hreifing þegar vaxandi plöntuhlutar snerta eitthvað og snertingin er langvinn. Gripþræðirnir grípa um greinar og stöngla. Þeir sveigjast fram og aftur meðan þeir eru að vaxa og áður en þeir hafa náð í eitthvað til að halda sjer við. Þessar hreifingar virðast ekki háðar áhrifum utanað, en þær hjálpa þræðinum auðsjáanlega til þess að finna einhverja stoð. Meðan þráðurinn er ungur er hann ekki næmur á snertingu, en þegar hann er kominn á ákveðið þroskaskeið verður hann næmur og á fullorðins skeiðinu hverfur næmið aftur. Næmi gripþráðanna svipar til tilfinningarinnar í húð dýranna. Snertingin þarf að gjöra talsverðan þrýsting á þráðinn og þrýstingin þarf að vera misjöfn á tveim nábúahlutum í yfirborði þráðarins, alveg eins og á sjer stað þegar vjer stingum fingrinum niður í volgt vatn; vjer verðum þá ekki varir við að vjer snertum nema sjálft yfirborð vatnsins. Snertingin verður og að vera breytileg, því annars beygist gripþráðurinn ekki.

Ýmsir aðrir plöntuhlutar eru og snertinæmir, t. a. m. rótarhárin, er beygja sig utanum sandkorn í moldinni og aðra harða hluti (sumpart getur þó verið um efnahreifing að ræða). Hreifingar sóldaggarháranna eru og snertihreifingar.

Streymandi vatn hefur þau áhrif á rætur plantnanna, að rótaroddurinn beygist móti straumnum. Rætur eru því straumleitnar. Sje vatnið kalt leita ræturnar undan straumi. Að líkindum er straumnæmið háð þrýstingi straumsins.

Snögg ákoma orsakar stundum skjótar hreifingar í blöðum sumra plantna. Í blöðum þessum eiga sjer þá og stað svefnhreifingar. Alkunnasta dæmið uppá þesskonar plöntur er hin næma mímósa (sjá 250. mynd). Smáblöðin taka sjer stöðu mjög líka náttstöðunni, þegar skyndi-

leg breyting verður á birtu eða hita, eða þegar komið er við blaðið, og blaðið í heild sinni lýtur þá niður (250. mynd, B). Eftir nokkra stund kemst blaðið aftur í dagstöðuna (sjá 250. mynd, A). Smáblöðin leggjast saman sökum breytinga, sem verða við grunn þeirra í hinum örilitla stilk eða blaðlið, en alt blaðið hreifist af því að breytingar verða neðst í blaðstilknum. Þessar breytingar verða í vökvapenslunni. Örvunin hefur þau áhrif, að vökvapenslan minnar í liðnum að ofanverðu, smáblöðin hreifast þá uppávið og leggjast saman, af því að vökvapenslan er meiri að



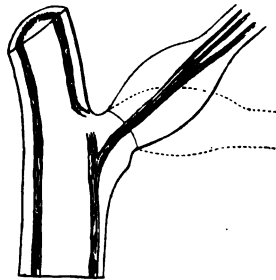
250. mynd. Blað af *mimosa pudica*, A, í dagstöðu, B, eftir að komið hefur verið við blaðið.

neðanverðu. Hreifingin á öllu blaðinu verður þannig, að vökvapenslan minnar skyndilega neðantil; blaðið beygist þá niður af því að vefjapenslan er meiri að ofanverðu. Sje mímósublaðið snortið á nóttunni eða meðan það er í næturstöðunni, þá hreifist það ennþá lengra niður á við; af því má ráða, að ekki má blanda saman svefnhreifingunni og snertihreifingunni þótt þeim sviði saman. Verði eitt mímósublaðið fyrir mikilli örvun, lokast oft næstu blöðin og jafnvel öll blöð plöntunnar. Þetta er ennþá eitt dæmið uppá að örvunin leiðist frá einum stað til annars í plöntulíkanum.

Snöggar hreifingar, svipaðar þessum, eiga sjer og stað meðal annara hluta plöntulíkamans, einkum meðal fræfianna. Hreifingar hremmiblöðkunnar (sjá hjer á undan bls. 228) eru og samskonar.

Hreififærin. Plöntuhlutarnir eru auðvitað með ákveðnu sköpulagi í samræmi við lífshreifingarnar. Sjálfhreifilegar plöntur eru venjulega með óbrotnu sköpulagi, og þar er ekki um nein veruleg hreififæri að ræða að svifunum undanteknum, og efalaust stafa hreifingarnar frá samdrætti í fryminu og efnabreytingum á svipaðan hátt og í vöðvum dýranna. Að því er vaxtarhreifingar snertir, eru hreififærin talsvert flókin og ósamkynja. Líklegt má telja að vökvaþensla og vefjaþensla valdi þar miklu um, en ef til vill eru þenslubreytingar í frumuveggjunum aðalrótin. Óþarft er að geta þess, að breytingar í veggjaþenslunni stafa frá fryminu.

Að því er breytihreifingar snertir eru hreififærin betur kunn. Vefjaþenslan breytist af því að breytingar verða á vökvaþenslu í ákveðnum frumum í þeim plöntuhluta, sem hreifist. Á þann hátt getur orðið samdráttur á allar hliðar eða á eina hlið (mímósan), sem orsakar hreifingu. Hreififæri mímósublaðsins er neðst í stilknum. Blaðstilkurinn er gildastur á því svæði (sjá 251. mynd). Þenna hluta mætti nefna lið eða liðamót. Liðurinn er samsettur af safamiklum stuttfrumum. Veggir sumra þeirra eru þykkvaxnir á bili og þá svipar þeim til þykkhyrninganna (sjá 122. bls. og 131. mynd). Innantil í stuttfrumuvefjunum eru loftgangar, en ytri vefirnir eru tærir og gagnsærir. Allir leiðistrengirnir sameinast í einn streng í miðjum liðnum (sjá 251. mynd) en skiljast aftur að ofanvið hann. Kringum miðstrenginn í liðnum er svo þykkhyrningavefjum skipað. Leiðistrengjum liðsins gat ekki verið haganlegar skipað til þess að blaðið geti hreifst upp og niður. Liður er því dráttfastur eins og rótin (sjá 128. bls.), en ekki sveigjufastur (sjá 126. bls.). Vökvaþenslan í frumum liðsins heldur blaðinu uppi, og sje blaðið t. a. m. þyngt, þá eykst vökvaþenslan að neðanverðu í liðnum.



251. mynd. Stöngull og neðsti hluti blaðstílsins (til hægri handar), langskorið, (*mimosa pudica*). Punktalínurnar sýna náttstöðuna. Sjá meginmálið.

VI. Æfíkjör plantnanna og þróun.

1. Æfíkjörin.

Viðhald lífsins er sumpart háð byggingu og lífseðli plöntunnar og sumpart umhverfinu. Það er því nauðsynlegt að umhverfið geti uppfyllt ákveðnar lífskröfur. Lífskröfur eru t. a. m. að næringarefni sjeu til taks, vatn, súrefni, hæfilegur hiti og ljós, því ella þrífst plantan ekki. Sumar plöntur geta þó verið án næringar um hríð, af því að þær hafa forðann í sjálfum sjer, og til eru plöntur, sem geta verið án ljóss og súrefnis. Sumar lífskröfurnar eiga jafnt við allar plöntur, t. a. m. að næringarefni sjeu til taks, sumar eiga aðeins við sjerstakar tegundir, t. a. m. að ákveðnar skordýrategundir annist frævunina. Til lífskrafanna má og telja, að umhverfið sje laust við eiturtegundir og allt annað sem bannvænt er fyrir líf plantnanna.

Æfíkjör eða lífskjör köllum vjer alt það í umhverfinu, sem getur haft áhrif á líf plantnanna. Þau eru mismunandi bæði eftir hnattstöðu og árstíðum og hafa verið allmiklum breytingum undir orpin á hinum ýmsu þroskaskeiðum jarðarinnar. Æfíkjörin í heild sinni eru því mjög breytileg. Þau verða auðvitað að uppfylla allar lífskröfurnar ef plantan á að geta lifað. Sje einhverju lífs-skilyrði ekki fullnægt að jafnaði, hlýtur plantan að deyja. Ýms svæði á jörðunni eru alveg gróðurlaus, og eru til þess ýmsar orsakir, t. a. m. sífeldur þurkur, ofmikill hiti eða kuldi, eitraður jarðvegur o. fl. Af því að æfíkjörin eru ólík á ýmsum stöðum á hnettinum, verður gróðurinn og með ýmsu sniði, því plönturnar laga sig að meira eða minna leyti eftir æfíkjörunum.

Hver planta á viðum vangi hefur lagað sig eftir þeim æfíkjörum, sem hún á við að búa, því að öðrum kosti gæti hún ekki haldið lífi. Einnig má svo að orði komast, að allar þær plöntur

svari til æfikjaranna á staðnum, sem þrífast þar vel. Sumar plöntur eru þó sjerstaklega lagaðar eftir ákveðnum kjörum t. a. m. vatnaplöntur og þurlendisplöntur og má sjá þess merki á líkamsbyggingunni. Þegar gott er til atfanga og öll lífsskilyrði uppfyllast fljótt og vel, er ekki auðvelt að benda á nein ákveðin einkenni, er sýni að plantan hafi lagað sig eftir kjörunum. Öðru máli er að gegna þegar einhverju skilyrðinu er illa fullnægt að staðaldri eða tímunum saman. Á eyðimerkurplöntum, saltplöntum, sandplöntum, heimsskautaplöntum o. fl. má sjá glögg einkenni, er benda á að þessi alnbogabörn leita allra bragða til þess að halda lífinu. En auk þess að plöntur laga sig eftir líflausu nátturunn, laga þær sig og eftir lífandi verum, sumpart til varnar (brennihár o. fl. sjá 58. bls. 71. mynd) og sumpart á sjer stað samlíf (t. a. m. fljetturnar), er getið hefur verið á undan.

Öll þess háttar einkenni bera vott um aðlögun, hvort sem á þeim ber mikið eða lítið. Aðlögun táknar ákveðið ástand eða ákveðin og ættgeng einkenni. Tegundir í sömu kjörum aðlaga sig ekki eins; einær jurt hefur t. a. m. lagað sig eins vel eftir vetrinum einsog trjéð eða fjölæra jurtin, og sígrænt trje (t. a. m. greni) getur verið eins samlagað kuldunum einsog lauffallstrje (t. a. m. birki). Aðlögunina má oft og tíðum ekki ráða af ytri einkennum. Sumar plöntur þola t. a. m. meiri hita en aðrar, og sumar þola mikinn þurk, aðrar ekki, en ekki verður það þó ráðið af skapnaði plantnanna og hlýtur að vera komið undir sjálfu fryminu, sem ekki er svo auðvelt að athuga.

Hver einstaklingur lagar sig þar að auki eftir kjörunum bæði í æskunni og síðar í lífinu. Aðlögun einstaklingsins miðar öll að því að koma honum í samræmi við umhverfið.

Hitinn. Til þess að lífsstörf plöntunnar geti haldið áfram, þarf hitinn að vera innan ákveðinna takmarka, en þessi hitamörk eru mismunandi bæði að því er snertir hinar ýmsu tegundir og hin ýmsu lífsstörf einstaklingsins. Lágmark er minsti hitinn kallaður, sem plönturnar þurfa til þess að lífsstörfin eða eitthvert lífsstarfið geti haldið áfram. Bestan hita köllum vjer þegar störfin eða starfið gengur best, en hámark mesta hitann, sem plantan eða störf hennar þola. Hitamörk þessi eru þó ekki fast ákveðin, því meðan á tilrauninni stendur getur plantan lagað sig eftir hitanum, og við skammvinnar tilraunir verður niðurstaðan oft önnur en þegar tilraunirnar eru langvinnar. Það er nauðsynlegt að

tilraunirnar sjeu langvinnar ef þær á annað borð eiga að veita oss nýtsama fræðslu um búskap og líf plantnanna á víðum vangi. Sem dæmi uppá hitamörkin má nefna, að berklagerillinn þrífst ekki ef hitinn er undir 29 stigum (lágmark), en honum líður best við 37—38 stiga hita og hámarkið er 41 stig.

Lægsta hitamarkið fyrir lífsstörf plöntunnar þekkjum vjer ekki nákvæmlega. Lífsstörfín eru þó í dvala eða hætta, þegar plantan er freðin, en með því að vökvar plöntunnar eru ekki hreint vatn, er frostmark þeirra neðan við 0°. Til dæmis má taka að kartöflur frjósa ekki fyr en við $-1,5^{\circ}$ og ísmyndunin kemur ekki í ljós fyr en kuldinn er orðinn ennþá meiri. Þegar plantan frýs, verður hreinn ís í vefjum plöntunnar. Áhrif kuldans á vefina eru fyrst þau, að vatnið (hreint vatn) leitar út úr frumunum og frýs þvinæst í loftholunum á milli þeirra. Þegar vatnið frýs, verður það fyrirferðarmeira, vefirnir losna því stundum hver frá öðrum; það er kallað frostrífur og eru þær alltiðar (t. a. m. í blöðum veturgrænna plantna). Þegar plöntur eða plöntuhlutar deyja af frosti, verður það venjulegast meðan vökvarnir eru að frjósa, en stundum deyja þó plönturnar ekki fyr en þær þiðna astur, og á það sjer einkum stað ef þær þiðna fjótt. Margar plöntur þola frostið vel, einkum plöntur heimsskautilandanna, en plöntur heitra landa deyja oft úr kulda áður en ísinn kemur í ljós. Smáverurnar eða gerlarnir þola afarmikinn kulda, og þótt æfíkjörin sjeu hörð í klakanum, þá rakna þeir þó við þegar ísinn leysir. Kuldinn verður því ekki notaður til gerileyðingar.

Hámarkið er miklu ákveðnara en lágmarkið. Venjulegast deyja plönturnar þegar hitinn fer fram úr 50 stigum, og talsvert minni hiti er jafnvel banvænn er til lengdar lætur. Sumar plöntutegundir, t. a. m. hverapörungar, þola afarmikinn hita, jafnvel hita, sem nálgast suðumarkið, en allflestir gerlar og hinar svonefndu smáverur deyja ef þær eiga við 60 stiga hita að búa í hálfa klukkustund. Gró gerlanna þola þó oft miklu meiri hita, gró heygerilsins þolir t. a. m. 100 stiga hita í þrjár klukkustundir, 105 stig í fjórðung stundar og 110 stig í 5 mínútur. Venjuleg suða er því ekki nægilega örugg til gerileyðingar. Þó má komast nærri markinu með því að sjóða hvað eftir annað. Í fyrstu suðu deyja nefnilega allir fullorðnu gerlarnir, en gróin lifa; sje þá vökvinn látinn kólna og standa um hríð, fara gróin að spíra og verða þá að fullorðnum gerlum, er deyja þegar soðið er á ný.

Sje þannig farið að og soðið oft, má telja líklegt að ekkert gró sje eftir lifandi. Sje soðið í lokuðum flátum, má framleiða miklu meiri hita en 100 stig og eyða öllum gerlum og gróum við fyrstu suðu.

Frumurnar þola hitann því ver sem þær eru vatnsmeiri og betur ef þær eru vatnslitlar. Þur fræ geta þolað 65—80 stig tímunum saman, en safamikil fræ deyja í 50 stiga hita, og ekki er örugt að loftþurkaðir gerlar drepist fyr en hitinn er hjer um bil 150 stig, og jafnvel verða þeir þá að búa við þann hita í hálfa eða heila klukkustund.

Það er alkunnugt að jörðin skiftist í ákveðin gróðrabelti eftir mismunandi hita. Hitinn er breytilegur eftir breiddarstigum og hæð yfir sjáfarflöt og gróðurinn er breytilegur á sama hátt. Það er ekki svo mjög komið undir meðalhita staðarins, hvort sú eða sú plantan getur þrífist þar, en það er meira vert hve hátt hitinn stígur og jafnvel mest vert hve mikill vetrarkuldinn er.

Ljósið. Áhrif ljóssins á plöntulífið eru mikil. Þeirra hefur verið getið að nokkru þar sem talað var um kolsýruvinsluna, vöxt og hreifingar plantnanna og víðar. Plönturnar eru mismunandi ljósfrekar. Sumar eru ljósplöntur t. a. m. birkið, aðrar skuggaplöntur. Munurinn sjest greinilega í þjettum skógum. Skuggagróðurinn þekur þá skógarjörðina milli trjánna, en sjálf trjen hefja limkrónurnar hátt við himin og snúa þeim sem best við ljósinu. Yfirleitt er baráttan um ljósið allskörp meðal plantnanna eða plöntuhlutanna innbyrðis. En ljósið getur einnig orðið ofmikið, og plönturnar hafa og ráð við því og vinda þá meðal annars blöðunum þannig við, að minna ljós komist að þeim. Á það sjer einkum stað í heitum löndum. Gerlar og aðrar ógrænar plöntur þola illa birtuna. Sólarljósið er því mjög vel fallið til gerileyðingar. Íbúðarhús manna og dýra eiga því að vera björt.

Jarðvegurinn hefur mjög mikil áhrif á líf plantnanna. Áhrifin eru bæði komin undir efnasamsetning jarðvegsins og allri gerð hans. Dýralífið (ánamaðkar) og gerlar jarðvegsins eru og mikilvægir einsog fyr var getið. Að því er efnasamsetninguna snertir er mest komið undir því að jarðvegurinn hafi í sjer nóg af næringarefnum. Stundum getur jarðvegurinn innihaldið efni, sem hæfa ekki öllum plöntum, t. a. m. salt. Í saltmiklum jarðvegi verða blöð og stönglar gildari og kjötmeiri en ella. Saltið er þó alls ekki nauðsynlegt fyrir hinar svo nefndu saltplöntur, því þær

þrífast vel í jörð, sem ekki hefur í sjer meira salt en svo, að allar plöntur geta lifað þar. Mikill hluti plantna þolir aðeins örlítið salt og oft dregur úr gróðri þegar sjór flæðir yfir. Saltplönturnar hafa auðsjáanlega lagað sig eftir saltmiklum jarðvegi þannig að þær þola saltið, þótt ekki sje það þeim nauðsynlegt, en aðrar plöntur geta ekki lagað sig eftir saltinu.

Jarðvegurinn getur og haft í sjer svo mikið af kolsúru kalki að sumar tegundir geti ekki þrífist þar. Þær tegundir fara kalkflóttu og eru sumar þeirra oft nefndar kísilplöntur. Þær vaxa í kalklitum sandi og mýrlendi (söldöggi, lyngtegundir o. fl.). Ýmsar aðrar tegundir svo sem bugðupuntur, hundasúra o. fl. þola og illa kolsúrt kalk. Þar að auki mætti telja margar mosategundir og einkum hvítmosana, er lítt þola kolsúrt kalk. Ýmsar aðrar plöntutegundir eru þar á móti kalkfrekar t. a. m. ýmsar brönu-grasa- og ertublómategundir. Með því að jarðvegur af ákveðinni gerð er góður fyrir sumar tegundir og vondur fyrir aðrar, má oft ráða af gróðrinum hvernig jarðveginum er varið.

Vatnið er afarnauðsynlegt plöntunum og hefur þess oft verið minnst hjer á undan. Öll lífsstörfin hætta ef ekki nýtur vatns. Á því byggist að matvæli eru þurkuð til geymslu, því gerlarnir leggjast í dvala við þurkinn og margir deyja, en sumir geta lifað jafnvel í mörg ár. Um þurkplöntur hefur verið getið áður og byggingu þeirra. Salt vatn er ekki heppilegt til að vökva plöntur, því það dregur einmitt til sín vatn úr plöntunni og þurkar því í stað þess að vökva. Söltun matvæla byggist á þessu, þ. e. á því að þurka með saltvatni. Skaðlegt er fyrir líf plantnanna að jarðvegurinn sje mjög blautur, því þá kemst loftið ekki niður í jörðina og ræturnar geta ekki andað; þá koma og upp ýmsir skaðlegir gerlar.

Eitur getur og verið í jörðinni, og má þar tilnefna einveldis-sambönd járnins, sem eru alltið í mýrlendi.

Ýmsar eiturtegundir eru og hafðar til gerileyðingar einsog kunnugt er.

2. Þroskaskiðin.

Þróun einstaklingsins eða vexti frá getnaðinum til fullorðins aldurs og dauðans má skifta í ýms þroskaskið. Þroskaskiðin koma hvert eftir annað í ákveðinni röð eftir eðli hinnar lifandi

veru. Æfíkjörin hafa ekki áhrif á röð þroskaskeiðanna, en þau geta stuðlað að eða hamlað vextinum á hvaða skeiði sem er.

Hugsum oss t. a. m. að geriltegunð eigi við stöðug kjör að búa, þ. e. að segja að hún vaxi stöðugt í myrkri, að hitinn sje ávalt hinn sami, næringarvökvinn breytist ekki og endurnýist stöðugt. Hún mun þá deilast eftir nokkra stund, því næst vaxa afkvæmin og deilast o. s. frv. Deilingin er þá bersýnileg afleiðing af vexti og næringu og þeim breytingum í líkamanum, sem þaðan stafa, en er alls ekki háð æfíkjarabreytingum, því kjörin voru ávalt eins. Þótt annað dæmi sje tekið, t. a. m. arfinn, verður sama raun á, og spírun, blaðskeið, blómskeið og aldinskeið orsakast af breytingum í sjálfri plöntunni, en er ekki háð breytingum á æfíkjörunum og sama er að segja um allar plöntur. Þroskaskeið plöntunnar eru ekki skarpt afmörkuð. Hin helstu þeirra eru þessi fimm: spírun (laufgun), blaðskeið, blómskeið (eða æxlunarskeið), aldinskeið (þar undir fósturskeiðið) og dvalaskeið.

Þroskaskeið fjölærra jurta og trjáplantna ber uppá ákveðnar árstíðir, þar sem mikill munur er á árstíðum og vetrarríki er eða þurkatið. Þroskaskeið plantnanna falla þá saman við árstíðirnar og taka, öll til samans, yfir árið. Í fljótu bragði gæti því virst að kjarabreytingar samfara árstíðunum væru þess valdandi að skiftir um þroskaskeið. Efni þetta er og talsvert flókið, en sannleikurinn er sá, að tegundirnar hafa lagað sig eftir kjörunum þannig, að hvert þroskaskeið ber upp á þann árstíma, sem plöntunni hentar best. Meðal annars má ráða það þar af, að þroskaskeiðin eru hin sömu og óháð árstíðum, þar sem veðráttubrigði eru lítil, t. a. m. í sírökum jarðvegi í hitabeltinu. Þroskaskeiðin eru jafnvel svo mjög óháð árstíðum, þar sem svo víðrar, að sprotar á sama trjenu geta verið á mismunandi skeiði, sumir á laufgunarskeiði, aðrir á aldinskeiði eða dvalaskeiði.

Öll lífsstörf plöntunnar eru háð æfíkjörunum og var þess getið á undan. Þegar ákveðnar kjarabreytingar verða með tilteknu millibili, hljóta því að verða breytingar á lífsstörfum plöntunnar, er taka yfir sama tímabilið. Þess var getið fyr í bókinni hverjar breytingar á lífsstörfum plöntunnar eru samfara hinum daglegu breytingum á birtu, hita og raka. Það er því skiljanlegt að langvinnar kjarabreytingar, t. a. m. árlegar breytingar, hafi í för með sjer langvinnar breytingar á lífsstörfum plantnanna. Vetur köldu landanna og þurkatið heitu landanna setur mark sitt á gróðurinn

einsog kunnugt er. Sumar tegundir eru svo fljóttþroska, að meira en einn ættliður getur þróast á ári. Veturinn (eða þurkatiðin) hefur þau áhrif á þær, að lífsstörfin hætta eða mjög dregur úr þeim. Það orsakast af óbliðu kjaranna, því sje fræ eða gró þessara plantna látin njóta nægilegs hita, ljóss og vatns að vetrinum, þá spíra þau þegar í stað. Veturinn skapar þeim því óeðlilega langan dvalatíma. Öðru máli er að gegna með fjölærar plöntur. Ekki verður vetrardrómi þeirra leystur að vetrinum með því að bæta kjörin, og dvalaskeiðið er þeim áskapað, en alls ekki sprottið af kulda eða þurki. Hitt er annað mál, að veturinn býr þeim oft lengri dvala en þær þurfa eftir eðli sínu.

Spírun. Kímið eða plöntufóstrið þróast og verður að kímplöntu (sjá 1.—7. bls.). Það köllum vjer spírun. Til þess að fræið geti spírað er fyrst og fremst mest komið undir, að það sje lifandi og ekki í dvala, en vöxtur kímsins er og háður ytri kjörum einsog öll önnur lífsstörf plöntunnar, og vatn, hiti og súrefni eru nauðsynleg spírunarskilyrði. Í þurrum fræjum byrjar spírunin með því að fræið drekkur í sig vatn og þrútnar. Þau fræ eru kölluð »harðkorn«, sem ekki geta drukkið vatn í sig. Harðkorn eru einkum meðal ertublóma, og sum þeirra verða ekki bleytt upp þótt þau liggi mánuðum saman í vatni. Ertur eru stundum svo harðar, að þær eru marga daga að blotna upp og þá óhentugar til manneldis. Fræskurn hörðu kornanna er þannig byggt, að vatnið á mjög erfitt með að komast í gegnum það. Hörðu kornin geta verið mikilvæg fyrir líf plöntunnar, einkum þegar um einærar jurtir er að ræða; þau liggja nefnilega lengi í jörðunni og geta því verið einskonar hjálp í viðlögum, ef t. a. m. kuldaárin skyldu eyða ungviðinu, er stafar frá hinum venjulegu fræjum.

Súrefnið er nauðsynlegt til þess að kímplantan þróist, og sje fræjum sáð ofdjúpt í moldina, kemur engin planta upp, af því að súrefnið kemst ekki að fræinu.

Hitinn er og mikilvægur. Kímið þróast því fyr sem hitinn er meiri, þó innan ákveðinna marka. Sje veðrið ofkalt geta fræin ekki spírað og sama er að segja ef hitinn er á ofháu stigi.

Þegar um sýnishorn af fræjum er að ræða, er oft talað um grómagn. Grómagnið er þá reiknað eftir því, hve mörg fræ af hverju hundraði spíra. Það liggur því í hlutarins eðli, að dómarnir geta orðið misjafnir um grómagnið, alt eftir því hvort kjörin eru góð eða vond. Sýnishorn fræja af sömu tegund spíra oft misfljótt.

Er þá sagt að gróhraðinn sje mikill eða lítill. Fræ af sömu tegund geta oft haft misjafnan gróhraða.

Laufgun telst undir spírúnarskeiðið og sömuleiðis spírún knolla og lauka. Hjer á sjer hið sama stað og við spírúnina, að vöxturinn er kominn undir innri kröftum hinnar lifandi plöntu og háður ytri kjörum. Tegundirnar laufgast mjög misfljótt á vorin, og í kuldaárum kemur laufgunin seinna yfirleitt en vant er. Á spírúnarskeiðinu (og laufgunarskeiðinu) ber mest á efnasundran í plöntulíkamanum, geymsluforði fræja og brumhnappa leysist sundur og eyðist í nýja sprota.

Blaðskeið. Þegar plantan er komin af kímplöntuskeiðinu fer blaðskeiðið að byrja, en milli þessara tveggja þroskaskeiða eru ekki glögg takmörk. Á blaðskeiðinu ber mest á efnasöfnun, og kolsýruvinslan er þá uppá það besta. Blöð og stönglar verða og fullorðnir á þessu skeiði, og brum, t. a. m. vetrarbrum trjáanna, vex af nýju. Blaðskeið plantanna er mjög mislangt og getur oft raskast í illviðrum. Meðal trjáplantna eru oft mörg ár frá því að fræið spírar og þangað til plantan kemst á blómskeiðið; blaðskeiðið er þá afarlangt og raskast hvert haust af vetrardvalanum og byrjar aftur með vorlaufguninni. Meðan plantan er á blaðskeiði gjörir hún minni kröfur til umhverfisins. Plöntur geta því þrífist vel á blaðskeiðinu þar sem ofkalt er fyrir blómskeið þeirra og aldinskeið, og plöntur frá heitum löndum geta þrífist á blaðskeiðinu þótt ofkalt sje fyrir þær að spíra, en þá verður auðvitað að láta þær spíra í vermihúsum eða vermireitum.

Líkami plöntunnar vex meðan á blaðskeiðinu stendur og safnar næringu. Störfín á blaðskeiðinu eru því til að efla einstaklinginn eða safna saman og auka heildina og styrkja, en á æxlunarskeiðinu eru störfín sundrunar- eða deilingarstörf. Líffræðin kennir og þá reglu, að afkvæmin verði því minni og ófullkomnari, sem tegundin æxlast fyr eða oftar, hvort sem um kynjaða eða kynlausa æxlun er að ræða. Gerlarnir, einhverjar hinar ófullkomnustu plöntutegundir, æxlast t. a. m. snemma og oft, en hinar fullkomnustu tegundir, t. a. m. trjen, æxlast seint og tiltölulega sjaldan.

Sum kynlaus æxlunarskeið geta líkst blaðskeiðinu mjög mikið t. a. m. renglur jarðarberjanna o. fl.

Blómskeiðið byrjar þegar blómbrumið fer að koma í ljós. Til þess að blómbrumið vaxi, þurfa lífræn næringarefni að hafa safnast fyrir í vefjum plöntunnar. Utankjörin hafa mikil áhrif á

vöxt blómhnappanna. Ef sumar er sólbjart og heitt, verða blómhnapparnir margir og trjeð verður þá blómrikt næsta ár. Ef veðrið er dimt, rakafullt og kalt þá dregur úr blómvextinum. Þegar svo viðrar, er kolsýruvinslan tiltölulega lítil og tiltölulega lítið safnast fyrir af lífrænum næringarefnum, en frá rótinni kemur mikið vatn og mikið af ólífrænum efnum. Þetta hefur þau áhrif, að plantan auðgast að blaðsprotum, en um leið dregur úr blómguninni. Yfirleitt má svo að orði komast, að vatn frá rótinni í ríkulegum mæli og ólífræn næringarefni lengi blaðskeiðið, en góð birta og hæfilega lítið vatn hvetji til blómgunar.

Meðal margra jurtkendra plantna er blómskeiðið ekki greinilega aðskilið frá blaðskeiðinu. Þær blómgast um sama leyti og nýir blaðsprotar koma fram, þegar fyrsta æskuskeiðinu er lokið og þær eru orðnar færar um að vinna fyrir sjer. Venjulegast er þó blómgunarskeiðið nokkurnveginn ákveðið og var þess getið fyr (sjá t. a. m. 35. bls.).

Frjóvgunin er aðalatriði blómgunarinnar, og hefur hennar verið getið fyr.

Aldinskeiðið byrjar þegar frjóvguninni er lokið og fræin fara að vaxa, og er á enda þegar aldinið er fullþroska. Meðal einærra og tvíærra plantna er aldinskeiðið hið síðasta skeið æfinnar, en meðal fjölærra jurta og trjáplantna er það venjulegast undanfari dvalaskeiðsins. Sumar tegundir blómgast þó áður en þær laufgast, og meðal þeirra er aldinskeið og blaðskeið samtímis.

Dvalaskeiðin eru hvíldarskeið um stundarsakir, er koma eftir ákveðin þroskaskeið. Stundum eru alskapaðir sprotar í dvala, t. a. m. vetrarbrum trjáanna, ýmsir laukar og jarðsprotar, en stundum eru sprotarnir smáir og ófullburða (»augu« jarðeplanna) meðan þeir hvíla sig. Flest fræin eru með stóru kími á dvalaskeiðinu, en sum fræ hafa þó lítið og ófullburða kím. Dvalaskeiðunum má ekki rugla saman við kuldadöfina á vetrum eða þurkdöf heitu landanna. Lífsstörf plöntunnar stöðvast nefnilega í kulda- (og þurk-) döfinni, en á dvalaskeiðinu eiga sjer stað allmiklar efna-breytingar og andarrátturinn er þá t. a. m. töluverður. Dvalaskeiðið orsakast af breytingum á innra ástandi plöntulíkamans, en vetrardöfin orsakast af kjarabreytingu. Þetta má sjá þar sem engin veruleg breyting er á árstíðum. Í regnskógi heitu landanna er hvorki sumar nje vetur, vor nje haust. Skógurinn er alblómgaður alt árið, en hver einstaklingur og jafnvel hver sproti hefur þó sitt

afmarkaða dvalaskeið, sem oft er að vísu stutt, og sumir sprotar hafa jafnvel meira en eitt vaxtarskeið og þá meira en eitt dvalaskeið.

Dvalaskeiðið má greinilega sjá á vetrarbrumi trjáanna í köldu loftslagi. Vetrarbrumið byrjar mjög snemma að vaxa og nær smámsaman eðlilegri stærð eftir því sem líður á sumarið. Dvalaskeið þeirra stendur ekki í sambandi við lauffallið á haustin, því það byrjar löngu fyr. Dvalaskeiðið er því byrjað áður en veturinn (eða þurkatiðin) nálgast. Að plöntur þessar laga sig eftir árstíðum er því ekki fólgið í dvalaskeiðinu heldur í hinu, að dvalaskeiðið er komið áður en veturinn (eða þurkatiðin) byrjar.

Allur fjöldi fræja hefur dvalaskeið og stundum er það meira að segja alllangvint, en fræ sumra tegunda geta þó spírað þegar er þau losna við móðurplöntuna.

3. Þróun tegundanna.

Hinar lifandi verur koma oss fyrir sjónir sem óþrjótandi mergð einstaklinga. Einstaklingarnir líkjast hver öðrum að nokkru eða þeir eru hver öðrum frábrugðnir. Oss verður ósjálfrátt að skipa þeim í flokka eða deildir eftir því hvort þeir líkjast meira eða minna t. a. m. í fugla, fiska, trje og jurtir. Hverri þessari deild skipum vjer svo í smærri deildir á sama hátt, og eftir því sem þekking vor á lífsverunum eykst, verða deildirnar og flokkarnir fleiri og smærri. Vjer höfum einnig tekið eftir, að afkvæmin líkjast foreldrunum t. a. m. hestar geta af sjer hesta, hrafnar hrafna o. s. frv. Þetta bendir í þá átt að um virkilegan skyldleika geti verið að ræða meðal deilda eða flokka o. s. frv., sem líkjast; enda telur þróunarkenningin að svo sje.

Flokkarnir, sem lífsverunum hefur verið skipað í, eru misstórir og táknaðir með ýmsum nöfnum. Fyrst og fremst er greint á milli dýra- og jurtaríkis. Ríkin skiftast í fylkingar, fylkingarnar í flokka, flokkarnir í hópa, hóparnir í ættir, ættirnar í kyn og kynin í tegundir. Þá er og tegundunum skift í minni einingar: deilitegund, afbrigði, kyning og tilbrigði.

Til einnar tegundar eru þeir einstaklingar taldir, sem hafa ákveðin einkenni sameiginleg. Einkenni þessi eða eiginleikar eru áreiðanlega ættgengir. Einstaklingar sömu tegundar geta verið frábrugðnir hver öðrum að smávægum einkennum t. a. m. hárafari,

stærð, lit o. s. frv. Takmörkin milli tegundanna eru mjög oft óglögg og oft hefur sú raunin orðið á, að náskyldar tegundir eru samtengdar með meðalbrigðum þ. e. afbrigðum, sem eru bil beggja.

Hinn nafnkunni sænski grasafræðingur, Linné, er höfundur afarmargra tegundagreininga. Tegundir Linnés eru venjulegast talsvert umfangsmiklar; en grasafræðinni hefur farið afarmikið fram síðan að hann dó, og mörgum tegundum hans hefur verið skift í smærri tegundir eða svonefndar smáttegundir. Einna ljósast dæmi uppá þetta er vorperlan; henni hefur verið skift í 200 smáttegundir. Þar að auki mætti nefna þrflitu fjóluna, flílinn, undaflílinn o. fl., o. fl.

Breytileiki. Þegar afkvæmin eru frábrugðin foreldrunum og hvert öðru, en hafa þó átt við óbreytt kjör að búa, er sagt að þau sjeu breytileg. Með því að takmörk tegundanna eru óákveðin og stundum átt við umfangsmiklu tegundirnar, en öðru sinni smáttegundir, er auðsætt að ekki er ávalt talað um samskonar breytileika. Af hinum ýmsu tegundum breytileikans má nefna þessar: 1) Að hinar umfangsmiklu tegundir skiftast í fáar eða margar kynfastar smáeiningar (deilitegundir, smáttegundir). Þá köllum vjer tegundirnar fjölbreyttar. 2) Breytileiki kynblendinga. 3) Breytileiki einstaklingsins eða breytileiki í þröngri merkingu. 4) Breytileiki af völdum breyttra æfíkjara eða kjarbundinn breytileiki. Til dæmis má nefna skuggaplöntur og ljósplöntur af sama bergi brotnar. 5) Stökkbreytni, það er snöggar kynfastar breytingar verða á afkvæminu, er greina það frá foreldrinu. Breytingar þessar koma alt í einu án þess auðið sje að benda á eðlilega milliliði. Brumbreytnin er ein tegund stökkbreytileikans, en brumbreytnin er í því fólgin, að sprotar koma snögglega í ljós á plöntunni, sem eru ólíkir hinum sprotunum.

Þá skulum vjer sjerstaklega athuga breytileikann í þröngri merkingu eða breytileik einstaklingsins. Þegar um þesskonar breytileik er að ræða, er venjulegast átt við takmarkaðan einstaklingahóp t. a. m. einstaklinga, sem teljast til smáttegundar, deilitegundar, afbrigðis o. s. frv. Þegar einstaklingarnir eru bornir saman innbyrðis, kemur í ljós að hin sameiginlegu einkenni eru á mismunandi stigi. Allflest einkennin eru mælanleg á einn eða annan hátt og má því tákna mismuninn með tölum. Einstaklingunum má svo skipa í flokka, eftir því hvort einn eða fleiri eiginleikar eru á háu eða lágu stigi. Langflestir einstaklingar verða í þeim flokknum, sem hefur meðalgildi eiginleikans. Þá einstak-

inga köllum vjer meðaleinstaklinga. Þegar gildi eiginleikans er meira en meðaltalan, köllum vjer einstaklingana yfirbrigði, en undirbrigði þegar gildi eiginleikans er neðanvið meðalgildið. Hinir breytilegu einstaklingar skipast þannig mjög reglulega til beggja hliða við meðaleinstaklingana. Dæmið hér á eftir sýnir þetta glögg. Það er tekið úr ritum hins fræga hollenska grasafræðings de Vries. Hann hafði talið jaðarkrónurnar á 495 einstaklingum af körfublómategund einni. Tala jaðarkrónanna var frá 3—12 en oftast 8 (sjá dæmið).

Tala jaðarkróna.....	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
á einstaklingum.....	1	0	2	13	49	311	76	28	12	3

Oft hefur breyting eins eiginleikans breyting á öðrum í för með sjer. Er það kölluð sambreyting. Aldinleggurinn verður t. a. m. því sterkari sem aldinið verður þyngra.

Afturhvarf. Yfirleitt má svo að orði kveða, að afkvæmi undirbrigða og yfirbrigða líkist meðaleinstaklingunum meira en foreldrunum að því er snertir hina umræddu eiginleika; sje um ræktaðar plöntur að ræða og úrvalsaðferðin ekki viðhöfð, þá nálgast afkvæmin stofntegundina meira og meira eða hverfa aftur til stofnsins. Þetta er nefnt afturhvarf. Að því leyti er mikill munur á breytileik einstaklingsins og stökkbreytileikanum. Hinn síðar nefndi hefur nefnilega ekki afturhvarf í för með sjer.

Ættgengi. Eiginleikar foreldranna ganga í ætt til afkvæmanna að öllu eða nokkru leyti og svona gengur venjulega koll af kolli. Ættgengið er óbrotast þar sem um kynlausa æxlun er að ræða, því þar er ekki um annað að gjöra en einfaldar deilingar á frumum eða stærri líkamshlutum og hinn nýi einstaklingur er beint áframhald af einum einstaklingi. Þegar til kynæxlunar kemur, er ættgengið miklu flóknara, því þar sameinast tvær kynfrumur og eiginleikar þeirra beggja verða að sameinast eða blandast saman í hinum nýja einstaklingi, sem kemur upp við frjóvgunina og er áframhald tveggja frábrugðinna einstaklinga, eða, þegar um sumar plöntur er að ræða, áframhald tveggja ólíkra líkamshluta sama einstaklings.

Flestar ættgengiskenningarnar byrja þegar á egginu og frjóinu einsog eðlilegt er, og sumir náttúrufræðingar (Weismann o. fl.) vilja aðeins tala um ættgengi þegar um kynæxlun er að ræða. Það liggur nærri að hugsa sjer, að í hinu frjóvgaða egg sje einhver byrjun þeirra eiginleika, er koma í ljós á hinum nýja einstakling

og eru um það ýmsar getgátur. Ein þeirra kennir, að í frjógvöð eggja sje einskonar »vísir« (*pangener*), er svari til eiginleika einstaklingsins. Hver eiginleiki á að hafa sinn »vísir.« Menn verða þá að hugsa sjer, að »vísarnir« deilist eftir því sem frumurnar skiftast. Þessa »vísir« (*pangener*) hugsa menn sjer á nokkuð svipaðan hátt og minstu sjerdeilin (*molecule*) í efnafræðinni, og þeir eiga aðeins við eiginleika (en ekki líffæri).

Þegar ræða er um ættgengi eiginleika, er mest vert að sundurliða heildina eða tegundareinkennið í þá eiginleika, sem það er samsett af, og má meðal annars ráða það af ættgengisfari bastarðanna.

Bastarður eða kynblendingur er afkvæmið kallað þegar foreldrarnir teljast hver til sinnar tegundar (tegundabastarðar) eða hver til síns afbrigðis (afbrigðisbastarðar). Menn tákna bastarð með því að setja merkið $\times$ á milli nafna foreldranna, og er þá nafn móðurplöntunnar sett fyrst. Merkið $\times$ á því að lesa sem »frjógvöð af«, t. a. m. *Salix herbacea* $\times$ *Salix lanata* eða grasviðir frjógvaður af loðviði.

Náskyldum tegundum er tamari bastarðgetnaður en fjarskyldum. Þó er sú regla ekki alveg undantekningalaus, því ekki hefur tekist að koma upp bastarði af peru- og eplatrje, og hinsvegar verða stundum bastarðar af tegundum, sem teljast til mismunandi kynja (kynbastarðar). Í sumum plöntuættum er bastarðvöxtur tíður t. a. m. meðal víðitegunda, fjólutegunda o. fl. Eiginleikar föður og móður geta gengið í ætt til bastarðsins. Útlit bastarðsins getur því oft verið bil beggja, að minsta kosti þegar hann er skoðaður sem heild. En bastarðarnir geta og verið meira eða minna líkir öðru hvoru foreldrinu.

Bastarðar meðal fjarskyldra tegunda eru venjulegast veikbygðir, ef þeir á annað borð geta orðið til, og geta ekki tímgastr; bastarðar meðal náskyldra tegunda fá venjulega mikinn blaðvöxt, en tímgunarmáttur þeirra er oft í minna lagi.

Þegar um ættgengi bastarða er að ræða, er mesti munur á sjálfum bastarðinum (1. kynlið) og afkvæmum hans (2. 3. og 4. kynlið o. s. frv.). Þegar um þau málefni er að ræða, getum vjer ekki látið oss nægja að taka bastarðinn í heild sinni, heldur verður að ransaka hvern einstakan eiginleika útaf fyrir sig. Foreldrar bastarðsins eru frábrugðnir hver öðrum að einhverjum eigin-

leika, einum eða fleiri, þeim eiginleikum, sem marka tegundina eða afbrigðið. Eiginleikum þessum má skipa saman tveimur og tveimur t. a. m. krónulit beggja tegunda, krónblaðalögun beggja, laufblaðalögun, hárafari o. s. frv. Þannig má setja saman margar eiginleikatvenningar. Eiginleikarnir í tvenningunum geta nú annaðhvort verið eins eða ólíkir. Sjeu þeir ólíkir, getur verið um þrent að ræða að því er ættgengi bastarðsins (1. ættliðs) snertir, 1) Eiginleikarnir geta blandast saman; króna bastarðsins er oft bleik þegar annað foreldrið er með hvíttri krónu, en hitt með rauðri. 2) Þeir geta skipað sjer hver við annars hlið; króna bastarðsins getur t. a. m. verið mislit, hvít og blá með köflum þegar annað foreldrið hefur bláa krónu, en hitt hvíta. 3) Eiginleikar tvenninganna eru oft, og meira að segja oftastnær, hver öðrum andvígir og reyna að útiloka hvor annan frá bastarðinum; annar þeirra verður yfirsterkari og kemur í ljós í bastarðinum, hann er því kallaður ríkjandi, hinn kemur alls ekki fram í bastarðinum og er þá nefndur víkjandi. Rauð skrudstjarna er með rauðri krónu, en hvít skrudstjarna með hvíttri krónu og bastarður þeirra fær rauða krónu af því að rauði krónuliturinn er ríkjandi eiginleiki í eiginleikatvenningunni: rauð króna — hvít króna, og hvíti liturinn víkjandi. Þegar til afkvæma bastarðsins kemur, verður þetta á aðra leið, því að þá kemur víkjandi eiginleikinn aftur í ljós. Til skýringar skulum vjer halda oss við sama dæmið, bastarð hinnar rauðu og hvítu skrudstjörnu. Bastarðurinn (1. ættliður) hafði rauðar krónur. Af afkvæmum hans (2. ættlið) fá $\frac{3}{4}$ hlutar rauðar krónur, en $\frac{1}{4}$ hlutinn er með hvítum krónum. Af þessu sjest að hvíti liturinn eða »vísir« til hvíta litsins hefur verið falinn í fyrsta bastarðliðnum, en hann hefur ekki komist upp fyrir rauða litnum. Bastarðurinn klofnar þannig í rauða og hvíta einstaklinga. Þetta hefur leitt að þeirri tilgátu, að hinir andvígu »vísar« (pangener) í bastarðinum skiljist að þegar kynfrumurnar vaxa, þannig að hvert egg og hvert frjókorn fái annaðhvort ríkjandi eða víkjandi eiginleikavísi. Hugsum oss hið óbrotasta, að annar helmingur eggjanna fái ríkjandi eiginleika og hinn helmingurinn víkjandi eiginleika, og helmingur frjókornanna verði ríkjandi en hinn helmingurinn víkjandi. Sje nú ríkjandi eiginleikinn táknaður með r og víkjandi eiginleikinn með v , má setja þessa niðurskipan þannig fram:

eggin: $\frac{1}{2} r + \frac{1}{2} v$ og frjókornin: $\frac{1}{2} r + \frac{1}{2} v$.

Eggin frjógast þvínæst, og ofur auðvelt er að reikna út eiginleikasameiningar afkvæmanna út frá því, sem gefið er. Þær sjást í þessu dæmi:

$$(\frac{1}{2} r + \frac{1}{2} v) (\frac{1}{2} r + \frac{1}{2} v) = \frac{1}{4} rr + \frac{1}{2} rv + \frac{1}{4} vv.$$

Fjórði hlutinn (vv) fær hinn víkjandi eiginleika, og afkvæmi þessa fjórða hluta halda hinum víkjandi eiginleika óblönduðum hvern ættlið af öðrum. $\frac{3}{4}$ eru með ríkjandi eiginleika, rauðum krónum. Líkingin sýnir, að $\frac{1}{4}$ inniheldur ríkjandi eiginleikann óblandaðan (rr), en helmingurinn er bæði með ríkjandi og víkjandi eiginleika (rv). Þar sem ríkjandi og víkjandi eiginleikar fara saman, þá sjest aðeins hinn ríkjandi, því hinn er falinn. Það verður því ekki sjeð af hinum rauðu afkvæmum, hver þeirra hafa ríkjandi eiginleikann hreinann og hver blandaðan. Til þess að skera úr því, verður að láta einstaklingana frjógva sjálfa sig — ef það er unt — og af afkvæmunum má ráða hvar eiginleikinn er hreinn og hvar hann er blandaður, því einstaklingar með hreinum ríkjandi eiginleika geta af sjer afkvæmi með sama eiginleika óblönduðum. Reynslan sýnir og að reikningurinn í dæminu er rjettur, og fjórði hluti afkvæma bastarðsins fær hinn víkjandi eiginleika óblandaðan og heldur honum úr því, og $\frac{1}{4}$ fær ríkjandi eiginleikann óblandaðan (rr) og heldur honum upp frá því, en helmingur afkvæmanna er með blönduðum eiginleikum (rv) og líkist að því leyti sjálfum bastarðinum, og um afkvæmi þessa helmings fer eins og um sjálf bastarðafkvæmin. Í töfluformi lítur það þannig út:

Bastarður rv.					1. ættliður.
25 % rr	50 % rv			25 % vv. . .	2. ættliður.
1) ∞ rr	25 % rr	50 % rv	25 % vv	∞ vv . . .	3. ættliður.
∞ rr	∞ rr	sama klofning áfram	∞ vv	∞ vv . . .	4. ættliður.

Þessi klofningsregla á við mjög margar eiginleikatvenningar,

1) Merkið ∞ þýðir: alt afkvæmið.

en ættgengisfar bastarðsafkvæmanna er oft miklu flóknara og minna reglubundið og stundum getur klofningin verið ófullkomin. Stundum virðist vera samband milli sumra eiginleikanna meðal nokkurra afkvæma, en ekki meðal annara. Hjer yrði oflangt mál að fara frekar út í þetta efni.

Þróun tegundarinnar. Eldri náttúrufræðingar, t. a. m. Linné o. fl., gengu út frá því sem gefnu, að tegundirnar væru skapaðar í upphafi einsog þær eru nú og að þær væru óumbreytanlegar, en nú á dögum skoðum vjer tegundirnar sem meira eða minna skyldar einstaklingadeildir, og tegundirnar eru breytilegar eftir vorum skilningi. Til þess að komast eftir skyldleika þeirra þurfum vjer að framkvæma sjerstakar rannsóknir, en eigi tekst oss að ná þar fullri vissu, nema oss heppnist að sjá nýjar tegundir renna upp.

Þróunarkenningin segir að tegundirnar hafi þróast hver fram af annari, hinar margbrotnari af hinum óbrotnari, og að þessi þróun haldi stöðugt áfram. Þróunarkenningin er eldri en hið fræga rit Darwins um uppruna tegundanna. Fyrir utan skáldið Göthe, má einkum nefna Lamarck, franskan náttúrufræðing, er reit merkilegt rit um þetta efni 1809. En þróunarkenningin ruddi sjer fyrst til rúms þegar Darwin kom til sögunnar, og mun það einkum stafa af því að rannsókn hans var svo ítarleg og að hann benti á svo margt kenningunni til stuðnings.

Darwinskenning. Darwin er á þeirri skoðun, að eiginleikar gangi að vísu í ætt frá foreldri til afkvæmis, en hann álitur, að einstaklingur geti breytt sjer og að breytingarnar geti annaðhvort horfið aftur í næstu ættliðum eða að þær geti haldist. En ef þær haldast, hyggur hann að þær sjeu gagnlegar fyrir tegundina í baráttunni fyrir lífinu. Þeir einstaklingar sigra í lífsbaráttunni, sem eru best útbúnir, þar í liggur »náttúruvalið.« Þegar náttúruvalið á að vera svo mikilvægt, er auðsætt að fjöldinn allur af nýjum tegundum hlýtur að koma upp samkvæmt þessari kenningu. Verði t. a. m. breyting á lífskjörunum á einn eða annan hátt, er auðsætt að atbrigðunum hlýtur að fjölga, því þá þróast einmitt þeir eiginleikarnir best samkvæmt náttúruvalinu, sem þrautseigastir eru í lífsbaráttunni, og það mundu auðsjáanlega verða aðrir eiginleikar en þeir, sem hæfðu best áður en kjörin breyttust. Sumir fræðimenn vorra tíma líta á málefni þetta ofmjög frá einni hlið, t. a. m. Weismann o. fl., og kenna að þróun tegundanna byggist

einungis á náttúruvali eða úrvali og breytileik tegundanna. Þetta er Darwins kenning í þrengra skilningi.

Kenningin um náttúruvalið hefur mætt megnri mótstöðu úr margri átt. Og ekki verður því neitað, að mikill munur er á náttúruvalinu og úrvali í plöntu- og dýrarækt, sem verður af mannavöldum. Úrval af mannavöldum miðar í ákveðnar áttir, að umbæta nytjaeiginleikana. Hinir útvöldu einstaklingar eru einangraðir og allri ræktuninni er stjórnað þannig, að takmarkað náist. Þegar um náttúruvalið er að ræða, er auðsætt að engin einangrun á sjer stað, og víxlfrjóvgan tegundanna er því undir hendingu komin. Það er og mjög ólíklegt, að það stóði einstaklinginn verulega í lífsbaráttunni þótt einhver eiginleikinn sje á hærri eða lægra stigi. Líklegra þykir, að kringumstæðurnar í heild sinni skapi örlög hans. Ef til vill á þar við hið sama og í orustunum, að þeir menn falla, sem verða fyrir kúlunum, en kúlurnar velja ekki úr þrekmínstu hermennina, og það er undir hendingu einni komið hvern þær hitta.

Náttúruvalinu verður þó ekki neitað með öllu, og má til að mynda benda á klettagróður, fjörugróður, mýragróður o. s. frv. Þessi skipan gróðursins bendir á einskonar náttúruval og sýnir, að þær tegundir safnast saman á einn stað, sem hafa lagað sig eftir sömu kjörum, og á þeim stað þrífast ekki aðrar tegundir, eða standa þar illa að vígi að minsta kosti. En þetta náttúruval á þó aðeins við áður mótaðar tegundir, og vjer höfum aldrei sjeð nýja tegund renna smámsaman upp á þenna hátt, og getum ekki búist við því eftir því, sem oss er nú kunnugt um breytileik einstaklingsins (sbr. afturhvarfið: afkvæmi yfirbrigða og undirbrigða nálgast aftur stofninn). Í sambandi við breytileika einstaklings hefur náttúruvalið ekki annað að þýða, en að halda við aðlögun tegundanna.

Lamarcks kenning. Aðalkjarninn í kenningu Lamarcks er, að æfukjörin hafi áhrif á lífsverurnar og að þær sníði sjer þar stakk eftir vexti. Að því er dýrin snertir, leggur hann mikla áherslu á brúkun og brúkunarleysi líffæra. Ef eitthvert líffæri er ekki notað til lengdar, þá rýrnar það og hverfur að mestu leyti einsog t. a. m. auga moldvörpunnar. Sje líffærið þar á móti brúkað, styrkist það og nær miklum þroska og eru þess mörg og ljós dæmi. Að því er plönturnar snertir, er venjulegast átt við

áhrif æfíkjaranna á plöntulíkamann í heild sinni. Lamarck kennir, að »aflaðir« eiginleikar, (eða eiginleikar, sem koma fram á einstaklingnum til þess að koma honum í samræmi við umhverfið) gangi í ætt til afkvæmanna. Að vísu geta þeir verið óljósir á fyrsta kynþættinum; en eigi plönturnar að búa við alveg sömu kjör í marga ættliði, eða kjarabreytingu, sem stöðugt stefnir í sömu átt, þá munu kjarbundnu eiginleikarnir verða fastmótaðir og meðfæddir einstaklingunum. Á þann hátt á aflaður eiginleiki að geta orðið ættgengur.

Sumir fræðimenn neita því, að aflaðir eiginleikar geti orðið ættgengir, einkum þeir, sem leggja aðaláhersluna á náttúruvalið og breytileik einstaklingsins (Weismann o. fl.). Þrátt fyrir það hefur Lamarcks kenning rutt sjer talsvert til rúms hina síðustu áratugi, einkum meðal grasafræðinga (Warming, Wettstein o. fl.), og Darwin sjálfur var farinn að hneigjast að henni uppá síðkastið.

Stökkbreytniskenningin. Þessi kenning gengur út frá því, að stökkbreytni eigi sjer stað, og fæst aðeins við smátegundirnar, því að þær verða rannsakaðar með fullri nákvæmni. Hinar umfangsmiklu tegundir (Linné) eru verri viðfangs, því þær eru samsettar af mörgum smátegundum. Uppruni stóru tegundanna er sögulegt atriði, sem ef til vill aldrei þekkist til hlítar. Hugo de Vries fer svo feldum orðum um stökkbreytnina: tegundirnar (þ. e. smátegundirnar) hafa ekki orðið til smámsaman með reglulegum sambrigðum sökum náttúruvals á löngum tíma, en þær eru orðnar til við snöggar breytingar eða stökkbreytingar. Stökkbreytni getur verið ýmisleg, en óheppilegar breytingar hverfa aftur, og kemur náttúruvalið þar til sögunnar. Samkvæmt þessari kenningu á breytileiki einstaklingsins engan þátt í uppruna nýrra tegunda, en ásamt náttúruvalinu stuðlar hann að því að hið nýja afbrigði lagi sig eftir æfíkjörunum.

Menn eru á mjög misjafnri skoðun um öll þessi málefni. En eitt eru þó allir sammála um: að hinar margbrotnu verur sjeu komnar af óbrotnum verum. Það er framtíðarinnar hlutverk að leysa til fullnustu úr hinni miklu ráðgátu um uppruna tegundanna, og hjer skal aðeins bent á hið helsta, sem miðar í áttina, samkvæmt þekkingu vorra tíma: 1) Stökkbreytnin, 2) nýir eiginleikar koma upp við bastarðgetnað, 3) æfukjörin breyta sniði lífsveranna og 4) náttúruvalið, og skal þess getið um leið, að náttúruvalið vinnur einkum á þann hátt, að útrýma miður lífvænlegum afbrigðum.

VII. Um gróður Íslands.

Samlíf plantnanna er yfirleitt margbrotið og ber gróður eða gróðrarfar hvers lands þess ljósastan vott. Ákveðnar tegundir skipa sjer í fjelög. Þær tegundir veljast saman, sem svipuð kjör hæfa. Fjelagsskipanin er mest komin undir ástandi jarðvegsins, en loftslag ræður og allmiklu þar um. Á votlendi vaxa t. a. m. aðrar tegundir en á vallendi, og uppi á fjöllum er annarskonar gróður en á sljettlendinu. Skal nú í stuttu máli dregið á hin helstu plöntufjelög á Íslandi.

1. Sægróður.

Sægróður er mikill við strendur Íslands, en tegundirnar eru mismunandi og fer það einkum eftir hita hafsins og seltu. En Ísland er umgirt heitum sjó og köldum. Við suðurströnd landsins er heitur sjór, Atlantshafið, frá Vestrahorni og vestur úr, fram með suðvesturströndinni og alla leið til Vestfjarða. Örlítil kvísl af heitum straum rennur austur með Norðurlandi, austur undir Langanes. Fyrir Austurlandi er kaldur sjór. Heiti og kaldi sjórinn mætast við Vestrahorn. Selta heita sjávarins er yfir 35‰, en selta kalda hafsins er þar undir. Við suðvesturhluta landsins vaxa tegundir Atlantshafsins, en við norðausturhlutann tegundir kaldra hafa. Sægróður skiftist í tvent: yfirborðsgróður og botn-gróður.

A. Yfirborðsgróður (eða rek) er samsettur af örsmáum plöntu- og dýrategundum. Smáverur þessar allflestar eru ósjálf-hreifir og rekast áfram fyrir vindi og straumi. Þær eru ófull-komnar að skapnaði og margar hverjar eru á takmörkunum milli jurtaríkis og dýra. Meginþorri rekplantnanna telst til kísilþör-unga.

B. Botngróður er nefndur svo af því að tegundirnar eru jarðfastar eða fastvaxnar við steina á mararbotni. Hann er nálega eingöngu samsettur af þörungategundum og liggur umhverfis strendur landsins sem samhangandi belti, mismunandi breitt eftir ástandi botns og dýpt hafsins. Gróður þessi nær frá flæðarmáli og niður eftir sjóhlíðunum hjer um bil niður að tuttugu faðma dýpi. Plöntugróður hafsins er háður sólarbirtunni alveg einsog landjurtir, og engin lifandi planta finnst þegar dýpið er orðið svo mikið, að birtan nær ekki til botns. Birtan kemst ekki eins langt niður í norðurhöfunum eins og t. a. m. í Miðjarðarhafinu, af því að sólargeislarnir falla skáhalt á hafflötinn. Gróður Miðjarðarhafsins er því miklu djúpsæknari en gróðurinn í vorum höfum til dæmis að taka. Botngróður sævar hjer við land skiftist í tvent: fjörugróður og djúpgróður.

a. Fjörugróðurinn er í fjörunni, og nær frá flæðarmáli til lægsta fjöruborðs. Í fjörunni ber langmeist á þangtegundunum. Bólubang, skúfabang og klóbang er algengast. Við klettastrendur er þangið venjulegast í óslitnu belti allbreiðu í miðri fjöru eða hjerumbil þar sem sjór er hálfvallinn. Ofanvið þangbeltið eru steinarnir oft algrænir, einkum að sumrinu, þar sem hnöllungafjara er. Í flæðarmálinu vaxa ákvednar tegundir, og má þar einkum nefna purpurahimnu og tvær þangtegundir. Neðanvið þangbeltið eru sölvareitir og annar fjörugróður. Við neðsta fjöruborð vaxa fjörugrös, *corallina* o. fl. og þar byrjar djúpgróðurinn.

b. Djúpgróðurinn nær frá neðsta fjöruborði út á 20 faðma dýpi. Meginið af gróðri þessum eru stórvaxnar þarategundir (beltisþari, hrossaþari, kerlingareyra) og marinkjarni. Gróður þessi er mjög stórvaxinn; kjarninn verður 5-6 metra langur, og þarategundirnar verða alt að því 5 metrar á lengd. Á þaraleggjunum er oft allþjettur gróður samsettur af rauðum þörungum, og á þarablöðunum er oft allmikið af smáum, brúnum þörungum. Þara- og kjarnagróðrinum má samlíkja við skóg, og rauðu þörungarnir geta lifað á minna dýpi í þaraskóginum, en þar sem þaralaust er, af því að þarablöðin draga úr birtunni. Dýralíf er og allmikið milli bólföstu þaranna, og eins og kunnugt er liggur smáfiskur oft »í þaranum«. Þaragróðurinn myndar óslitið belti kringum strendur landsins. Hann er mestur þar sem straumasamt er og sjógangur, og þarinn er stærri og sterkari þar. Inní á fjörðum í sjóleysunni er þarinn öðruvísi gerður, blöðin miklu breiðari, af

því að þau rifna ekki af öldugangi, og þaragróðurinn í heild sinni öllu minni. Fyrir neðan þarabeltið tekur við rauðþörungagróður, sumstaðar þjettur og sumstaðar gisinn.

2. Vatnagróður.

Vatnagróðri má og skifta í tvent á sama hátt og sægróðrinum, nefnilega í yfirborðsgróður (rekið) og botngróður.

A. Yfirborðsgróðurinn (rekið) er lítt rannsakaður hjer á landi. Hann hefur einkum verið rannsakaður í Mývatni og Þingvallavatni. Jurtarekið í Þingvallavatni var að mestu samsett af kísilþörungum og þar að auki örsmáum grænþörungum o. fl. Í Mývatni fundust aðeins smádýr í yfirbörðinu.

B. Botngróður. Gróður þessi er mismunandi og fer það mest eftir dýpt vatnsins. Þar sem vatnið er mjög djúpt, er venjulegast enginn gróður, en þar sem fer að grynka, vex nykra (*Potamogeton*), mari (*Myriophyllum*) og vatnasóley. Þessar tegundir eru forverðir gróðursins í vötnum. Nær bökkunum, eða þar sem grynna er, koma aðrar tegundir. Helstar þeirra eru: vatnsnál (*Heleocharis palustris*), fergin, horblaðka, tjarnastör o. fl. Sumar tjarnir eru alvaxnar fergini eða tjarnastör, og vatnsnálin þekur oft allstór svæði. Í stórum tjörnum er gróður þessi oft í óslitnu belti fram með bökkunum og oft er tjarnastörin þá einvöld eða mestu ráðandi; glittir þar alstaðar í vatn milli stráanna og oft vaxa þar á milli aðrar tegundir, vatnasóley, nykra o. fl., er aðeins teygja blómið uppyfir vatnsflötinn. Í smátjörnum er oft allmikið af brúsakollstegundum, líðasóley, alurt, efjugrasi o. fl.

Í ám og lækjum með tæru vatni er venjulegast mjög líttill eða enginn jurtagróður hið efra, þar sem straumharkan er mikil. En í kvíslunum niðri á láglandinu í straumleysinu er venjulegast mikill grænþörungagróður bæði við botninn og í yfirbörðinu. *Enteromorpha intestinalis* (grænn þörungur, allstór og holur) er víða í lækjum á suðurlandi. Lækjamosi (*Fontinalis antepyretica*) er mjög víða á steinum í ám og lækjum.

Í jökulánum er hjerumbil enginn gróður, af því að vatnið er kalt og straumharka allmikil.

3. Votlendisgróður.

Gróðurinn á votlendinu er misjafn. Gróðurbrigðin eru mest komin undir því, hvort vatnið hefur fría rás eða ekki. Gróðri þessum má skifta í þrjá aðalflokka: flóa, dý og mýri.

A. Flói. Smávötn og tjarnir breytast mjög víða í flóa með tímanum; grunn vötn og tjarnir fyllast gróðri að lokunum. Starar-kraginn flytur sig lengra og lengra út í tjörnina og þekur hana að lokum, og um leið og tjarnastörin færast út í tjörnina, koma aðrar tegundir, fífa og smávaxnar starartegundir o. fl., í ljós fram með bökkunum. Í fyrstunni vaxa þær í smápúfum, en breiðast svo út meir og meir og mynda næstum því samhangandi gróður að síðustu; tjarnastörin hverfur þá að mestu, og það sem eftir verður af henni er smávaxið. Þó eru ekki allir flóar orðnir til úr tjörnum eða stöðuvötnum, en vatnið hefur þó ekki haft fría rás á þeim svæðum áður en flóagróðurinn kom.

Flóajarðvegurinn er venjulega fúinn meira eða minna. Gróðurinn er ekki fyllilega samhangandi og mjóar vatnsrennur eða keldur liggja á víð og dreif milli þúfnaraðanna. Vatnið (þ. e. grunnvatnið) er í eða yfir yfirborðinu.

Aðaltegundirnar í flóanum eru: vetrarkvíði, klófífa og mýrafinnungur. Ýmsar aðrar tegundir vaxa og í flóunum, en minna ber á þeim. Eftir gróðrinum má skifta flóunum í minni deildir, t. a. m. stararflóa þegar gróðurinn er mestmegnis samsettur af störum, brokflóa og fífusund þegar gróðurinn er samsettur af klófífu, hrísflóa og lyngflóa þegar mikið er af hrísi, fjalldrapa eða lyngi. Flóinn er yfir höfuð að tala tegundafærri en mýrin.

B. Dý. Dýjagróður eða dýjavætur eru algengar hjer á landi. Dýin eru með einkennilegum ljósgrænum lit; þau geta verið stór um sig, en oftast eru þau þó smá. Dý eru einkum þar sem uppsprettuvatn kemur fram, og eru því oft í löngum röðum á klettasyllunum. Mest er þó venjulegast um dý neðanvið hlíðarræturnar. Fram með smálækjum er og dýjagróður, og hingað og þangað um mýrarnar. Dýjagróðurinn er mjög tegundafátækur. Aðalgróðurinn er dýjamosi. Blómplöntur eru fáar, helst eru: lindadúnurt, heiðadúnurt, lækjafræhyrna og grýta; þar að auki finnast lækjasteinbrjótur, trefjasóley, narfagrás o. fl. Í dýjagróðri ber ávalt mest á mosanum. Neðanvið

hlíðarræturnar breytist djúagróðurinn smátt og smátt í mýragróður og þar á milli eru ekki skörp takmörk.

C. Mýri. Gróðurinn í mýrinni er samhangandi, jarðvegurinn er meira eða minna seigur, því jarðsprotar og rætur eru þar margflæktar saman. Grunnvatnið er í yfirborðinu, en nær ekki eða örsjaldan yfir.

Aðalgróðurinn í mýrunum er samsettur af mýrastör og gulstör. Auk þeirra vaxa þar ýmsar aðrar tegundir af störum og öðrum plöntum. Mýrin er alltegundarík yfirleitt. Hjerumbil alstaðar í mýrunum er undirgróður samsettur af mosategundum. Hvítmosi er þó fremur sjaldgæfur, og aðeins í smáblettum. Mýrunum má skifta í fleiri flokka eftir því hvort gulstör er mestu ráðandi eða mýrastör eða aðrar tegundir.

4. Fjallagróður.

Fjallagróðurinn er talsvert breytilegur og samsettur af margskonar plöntufjelögum. Plönturnar vaxa á víð og dreif hingað og þangað og þar ber miklu meira á jarðveginum, melunum, urðunum, klettunum, en sjálfum gróðrinum. Fjallagróðurinn er víðáttumestur af öllum gróðri á Íslandi. Fljettur og mosar eru miklu meira útbreiddir en háplönturnar. Lágplönturnar ryðja veginn fyrir háplönturnar. Eiginlegur fjallagróður byrjar í 300—400 metra hæð og nær uppáð snjómörkum. Í fjallagróðrinum á Snæfellsnesi voru þessar tegundir algengastar: geldingalauf, lækjasteinbrjótur, fjallasmári og ólafssúra. En tíðar voru þessar tegundir (í 300—600 metra hæð): jöklasóley, tröllastakkur, fjallhæra og fjalladúnurt, og þær uxu alls ekki neðar en í 300 metra hæð. Þess utan er fjallagróðurinn samsettur af allmörgum dala- og hlíðategundum. Fjallagróðri má skifta í ýmsa flokka og skulu aðeins nefndir hinir helstu þeirra.

A. Fjallamelar eru mjög gróðurlausir, einkum hið efra. Á stórum svæðum sjást oft aðeins einstaka plöntur af jöklasóley eða músareyra. Neðar er melagróðurinn meiri og tegundasfeiri. Mestur gróður er á melum þessum þegar smásteinar eru um þá hingað og þangað. Kringum smásteinana vex grámosakragi og í honum eru svo ýmsar háplöntur.

B. Fjallaurðir. Aðalplantan er grámosi; gróðurinn er ekki kominn á svo hátt stig, að mosapemba sje komin upp. Svæði

Þessi eru oft alleinkennileg af því að steinarnir standa alstaðar uppúr mosanum. Í mosanum vaxa ýmsar tegundir. Í 600 metra hæð og ofar er mest af fljettum, einkum fjallagrösum og hreindýramosa. Neðantil í fjallgróðurbeltinu, fyrir neðan 600 metra hæð, er miklu meiri gróður í mosanum, og næst grámosanum ber þar langmest á háplöntum.

C. Hálfmosaskorpan. Í 300—790 metra hæð (á Snæfellsnesi) er gráleitur skorpugróður. Hann er að mestu samsettur af hálfmosategund einni, *Anthelia nivalis*, og verður meiri eftir því, sem ofar dregur. Gróður þessi er oft kring um grasvíðislautirnar og stundum teygir grasvíðirinn sig inn í hálfmosaskorpuna.

D. Geldingalaufs- og fjallsmáragróður er mjög víða í lægðum með leirbornum jarðvegi, og mestur í 300—600 metra hæð (á Snæfellsnesi). Neðantil er talsvert af lyngheiðarplöntunum í þessum gróðri, en ofantil verða takmörkin óglögg milli hans og grámosagróðursins. Aðalplönturnar eru geldingalaufið (grasvíðirinn) og fjallasmárinn.

E. Fjalladýin hafa samskonar gróður og dýin, er getið var um. Aðaltegundin er dýjamosi og innan um hann vaxa einstakar plöntur af lækjafræhyrnu og lækjasteinbrjót.

Þetta eru helstu plöntufjelögin í hinum dreifvaxna fjallagróðri (fjallaflóar og fjallamóar teljast ekki til þessa gróðurs).

Í fjallagróðrinum má finna byrjunarstig allflestra plöntufjelaga þeirra, sem land vort byggja, og fyrsti gróður landsins eftir ísöldina hefur eflaust verið eitthvað svipaður.

5. Skriðugróður, melagróður, flagagróður.

Í fjallahlíðum og niðri á láglendi eru stór svæði með meira eða minna gisnum gróðri. Gróður þenna mætti einkenna á svipaðan hátt og fjallagróðurinn, því að miklu meira ber þar á jarðveginum (skriðunum, melunum, leirnum), en sjálfum gróðrinum.

A. Skriðugróður. Skriður eru mjög algengar um land alt. Gróður þeirra er mjög misjafn, og því minni sem skriðurnar eru brattari og lausari í sjer. Mjög brattar lausagrjótsskriður eru venjulegast sannkölluð eyðimörk. Í hallalitum hlíðum með smágrýttu yfirborði er oft talsverður gróður milli steinanna. Tegundirnar eru nokkuð á ruglingi einsog vant er í lausagróðri. Allra algengustu tegundirnar eru: lambablóm, ljónslöpp, rjúpnalauf,

blóðberg, músareyra, holurt, blásveifgras, ólafssúra, sandjurt, gullmura, axhæra, hvingresistegundir, steinbrjótstegundir, helluhnoðri, melasól, æruprís, melskriðnablóm o. fl., o. fl.

B. Klettagróður. Í sambandi við skriðugróðurinn má geta um klettagróðurinn. Hann er mjög misjafn, sumstaðar mikill og telst þá til jurtastóðs. Hjer er aðeins getið um gisinn gróður utan í þverhníptum klettum. Margar tegundir geta vaxið í þessum gróðri, en vjer getum hjer aðeins hinna helstu, sem finnast einungis eða þó venjulegast í klettum.

Klettafrúin (*Saxifraga Cotyledon*) er eina tegundin, sem aðeins vex í klettum. Hún má heita alltið í klettum í austurhluta suðurlandsins og vesturhluta austurlandsins eða frá Fossi á Síðu til Eskifjarðar.

Sæturót, liðfætla, hvönn, burnirót vaxa venjulegast í klettum. Auk þeirra mætti nefna margar aðrar tegundir, er oft vaxa í klettum þótt þær eigi heima í öðrum plöntufjelögum.

C. Melagróður er mjög víða á landi hjer. Sumstaðar eru melarnir svo berir, að varla sjer stingandi strá, en sumstaðar eru melarnir allgróðurrikir og á leið til að breytast í annan gróður. Helstu melategundir eru: ólafssúra, melasól, skurfa, hundasúra, geldingahnappur, sandjurt, holurt, melskriðnablóm, lambablóm, hnúskakrækill, músareyra, blásveifgras, lógresi, sauðvingull, melanóra, hærutegundir, skriðlíngrasi o. fl., o. fl.

D. Flagagróður. Utan með melum, í móum og víðar er allmikið af leirflögum. Einkennisplöntur í gróðri þessum eru einkum: meyjarauga og naflagras, mýrasef og blómsef. Tíðar eru: hnúskakrækill, mýrasauðlaukur, skammkrækill, lindasef, mýradúnurt, skriðlíngrasi o. fl., o. fl.

E. Eyragróður. Einkennisplanta í gróðri þessum er eyrarrósín. Þess utan vaxa þar ýmsar steinbrjótstegundir, víðitegundir og allflestar melaplönturnar.

6. Sandgróður.

Sandar eru víða á landi hjer, bæði fram með ströndum og lengra inni í landi. Gróðurinn yfirleitt svipaður alstaðar, þó vaxa nokkrar tegundir í sjávarsandi, sem ekki þrífast í sandi langt frá sjó.

A. Sjávarsandur er allvíða kringum strendurnar, sumstaðar

á allbreiðu svæði, en sumstaðar örliðið. Helstu plönturnar í fjörusandinum eru: fjöruarfi, strandbúi, hrímblaðka, blálilja og gæsamura. Þar að auki er baldursbrá alltið og ýmsar aðrar tegundir hingað og þangað, svo sem melur, sandvingull o. fl.

B. Landsandur eða flugsandur. Þar sem sandurinn er mjög kvikur, er venjulegast enginn gróður, en þegar kyrd fer að komast á sandflákana fer að bera á gróðri. Í fyrstu koma upp smáþúfur kringum plönturnar af því að þær binda sandinn. Þúfurnar vaxa og geta orðið að allstórum sandhólum, er svo rofna aftur mjög oft. Sandflesjarnar eru þó oft sljettar.

Helstu sandjurtategundirnar eru: melur og sandvingull. Þær fylgjast ávallt að, og að lokunum sigrar sandvingullinn melinn víða. Tíðar eru og þessar tegundir: hrossanál, bjúgstör, holurt, sandvingull, fjöruarfi, skriðlíngresi, geldingahnappur, gæsamura o. fl., o. fl.

7. Strandgróður.

Víða fram með sjónum er sjerstakur gróður, samsettur af plöntutegundum, sem þola sjávarseltuna.

Á klettum ofanvið flæðarmálið er víða mikill fljettugróður. Sumstaðar eru klettarnir alsvartir af *Verrucaria maura*, og sumstaðar gráir, gulir eða grænleitir af öðrum fljettutegundum. Ofanvið þetta fljettubelti vaxa mjög víða: kattartunga, skarfakál, geldingahnappur, varpakornpuntur o. fl. Í standklettum með sjó fram er víða allmikill gróður samsettur af: burnirót, skarfakáli, sveifgrösum og vingultegundum, holurt, músareyra o. fl.

Sæhvönnin telst og til þessa gróðurs. Hún vex í sjávarbökkum og í mól og smágrjóti ofanvið flæðarmál. Malarkambar með sjó fram eru aðaladsetur hrímblöðkunnar.

Fitjagróður er á lágu ströndum, er sjór gengur á. Aðaltegundirnar eru fitjungur (*Glyceria maritima*) og skriðlíngresi. Þar er og allmikið af kattartungu og stjörnuarfá. Þar að auki má nefna strandsauðlauk, *Heleocharis uniglumis* o. fl. Fitjagróður er mjög mikill í Mýrasýslu, við Hornafjörð og víðar.

8. Hraunagróður.

Nýrunnið hraun er algjör eyðimörk. Þegar það er storknað og kólnað svo, að byggilegt er fyrir plöntur, fara fljettur og mosar að flytjast þangað. Fljetturnar teljast til frumbyggjenda og þær undirbúa jörðina fyrir mosana. Mosarnir vaxa þá meir og meir, einkum grámosinn. Hann breiðist út um allt hraunið með tímanum og mosabreiðan þekur þá stór svæði. Mosinn deyr og rotnar og þannig fer að koma jarðvegur í hraunið og háplöntur fara þá smátt og smátt að flytjast í mosabembuna. Eftir því sem jarðvegsmyndaninni fer fram, fer mosanum aftur, og háplönturnar aukast. Smá plöntufjelög fara að koma upp í mosabembunni og verða þau stærri um sig er stundir líða. Í gjám og lautum kemur upp jurtastóð, í lægðum með hæfilegu vatni graslendi, og lyngheiði og kjarr, þar sem þurt er um. Þegar kjarrið er komið upp, helst lynggróðurinn sem undirgróður. Kjarrið er endatakmærk gróðrarins, ef óhöpp skakka ekki leikinn. Hraunagróðurinn er því samsettur af margskonar fjelögum einsog eðlilegt er, því að lífsskilyrðin eru ekki eins alstaðar um hraunið.

9. Jurtastóð.

Jurtastóð er samsett af stórvöxnum blómtegundum. Gróðurinn er svo þjettur, að ekki sjer í jarðveginn fyr en gægst er á milli plantnanna. Aðaltegundirnar eru: blágresi, mjaðarjurt, hvönn, geitla, burnirót, sóley, undafíflar, maríustakkur, súra, fifill, sveifgrös, hvingresi, munkahetta (á Suðurlandi), garðabrúða (á Suðurlandi). skarífitill, blákolla o. fl., o. fl. Þessi gróður er einkum í giljum og á klettastöllum, þar sem hlje er og vel nýtur sólar.

Kring um bæina er víðasthvar mikill jurtagróður í hlaðvörpum, við vegg og í tóftabrotum. Helstu tegundir eru: baldursbrá, arfi, hjartarfi, njóli, oddvari, varpakornpuntur, vallhumall og *Prasiola crispa*, grænn þörungur. Á takmörkunum milli þessa gróðurs og túnsins vaxa: varpasveifgras, knjáliðagras, varpakornpuntur og skriðsóley.

10. Graslendi.

Graslendi er margskonar, en vel má þó taka grasgróðurinn sem eina heild. Megingróðurinn er samsettur af grasategundum

(*gramineæ*), jarðvegurinn er venjulegast hæfilega rakur. Grasgróðrinum má skifta í ýmsa flokka. Helstir þeirra eru þessir:

A. Valllendi, grasgeirar. Gróðurinn er samsettur af hálíngresi, týtulíngresi, reyr, reyrgresi, snarrótarpunti, túnvingli, fjallasveifgrasi, bugðupunti og finnung. Þessum gróðri má aftur skifta í minni flokka t. a. m. finnungsbrekkur, hvingresisgeira, reyrlautir o. fl.

Oft er fjöldinn allur af blómplöntum innan um þenna gróður, svo alloft er erfitt að greina á milli hans og jurtastóðs.

B. Grasmóar eru frábrugðnir grasgróðrinum að því leyti, að þar vaxa ýmsar seftegundir og starategundir innanum. Þegar grasgróðurinn er mestu ráðandi líkjast móarnir túninu að miklu leyti, en þegar mikið er af móasefi og þursaskeggi fer þeim að svipa til lyngmóa.

C. Tún. Túnið er ræktað graslendi, eða á að vera það að minsta kosti. Þegar tekið er tillit til, að sum hinna svonefndu túna eru óræktarland, þá er auðsætt, að gróðurinn er mjög mismunandi. En þegar óræktartúnin eru fráskilin, er túngróðurinn alstaðar mjög líkur, og einna helsti munurinn getur oft verið falinn í því, að ýms hlíðagrös slæðast inn á túnin þegar þau eru við hlíðar-ræturnar. Helstu grasategundir túnanna eru: snarrótarpunktur, vallarsveifgras og túnvingull. Þar að auki vaxa þar ýmsar aðrar grasategundir, svo sem hásvæifgras (við varpa og veggj), sauð-vingull á þurrum böllum. Af hlíðargrösum má einkum nefna hálíngresi, fjallasveifgras og reyr. Sóleyjar og fíflar eru svo algengir á túnnum, að þá ber að nefna meðal einkennisplantuanna. Vallarsúra og smári eru og víða í túnnum.

11. Mosapembur.

Mjög víða eru mosapembur, einkum til fjallanna og niðri á láglandi í urðum og hraunum. Mosapemban er ákveðið þróunarstig gróðrarins í urðum og hraunum (sjá hraungróður). Á láglandinu gróa þær upp með tímanum og breytast þá að miklu leyti í lyngheiði. Í mosapembum hátt til fjalla vex ekki annað en fjallagrös og aðrar fljettutegundir, og mosapemburnar munu haldast hjerumbil óbreyttar meðan loftslag breytist ekki.

12. Lyngheiði.

Lynggróðurinn er einkum neðantil í hlíðunum og neðanvið hliðarræturnar. Lyngið er þroskamest í hlíðunum og í hraununum og stendur það eflaust í sambandi við að hitinn er þar meiri. Á Snæfellsnesi nær lyngheiðin ekki hærri upp eftir fjöllum en til 300—400 metra hæðar. Lyngplöntur vaxa þó ofar, en eru þá venjulegast á víð og dreif. Lyngheiðin í hlíðunum er venjulegast hjerumbil sljett, en niðri á láglendi er hún oft þýtt og er þá nefnd lyngmóar (berjamóar). Aðaltegundirnar eru: krækiberjalyng, bláberjalyng, aðalbláberjalyng, beitilyng og sortulyng. Þar að auki er og allmikið af eini, fjalldrapa og rjúpnalaufi innan um lyngið. Sauðamergur og mosalyng vex einnig í smáblettum í efri hluta lyngheiðarinnar, en mest er þó um þessar tegundir ofanvið sjálfa heiðina.

Lynggróðurinn er venjulegast mjög blandaður, og aðaltegundirnar skifta með sjer völdum, en hreinn heiðagróður er þó til sumstaðar, t. a. m. krækilyngsheiði, bláberjaheiði, aðalbláberjaheiði og beitilyngsheiði.

Innan um lyngið vex mesti fjöldi af hinum venjulegu hliða- og móaplöntum.

Lyngheiðinni má skifta í tvo aðalflokka, lynggeira (lynghlíð) og lyngmóa. Lyngheiðin er mjög oft undirgróður í kjörum.

13. Viðikjarr.

Á Suðurlandi er viðikjarr sumstaðar í suðlægum hlíðum neðantil. Aðaltegundin er gulvíðir. Hann er beinvaxinn og 0,5 til 2 metrar á hæð. Innanum viðirinn eru smávaxnir birkirunnar. Undirgróður mikill og óslitinn, að mestu leyti samsettur af algengum hliðategundum. Við Mývatn er og gulvíðikjarr, og víða fram til dala og á grónum eyrum er vísir til viðikjarrs.

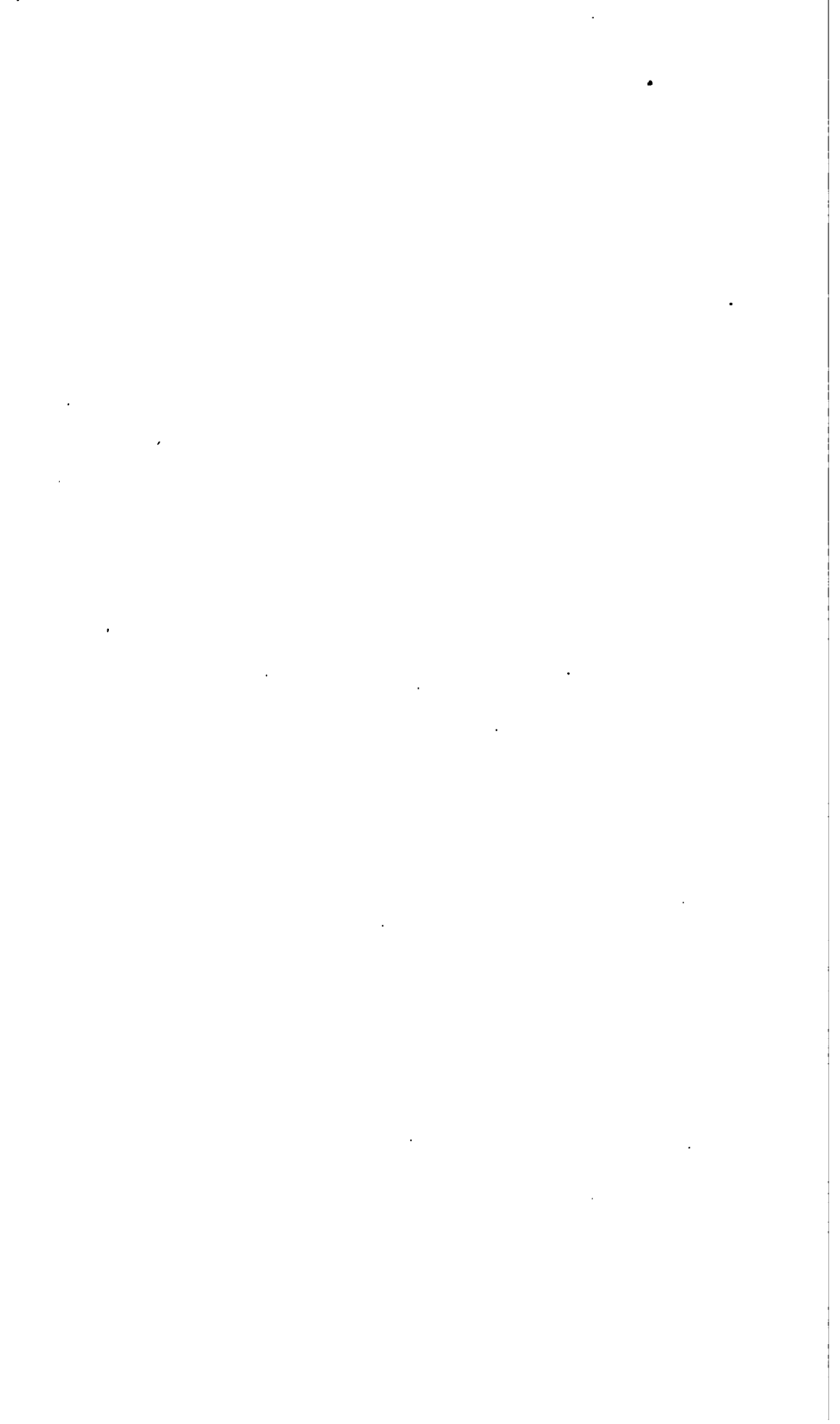
14. Birkikjarr.

Birkikjarr er allviða hjer á landi, en fyrrum var skógurinn þó víðáttumeiri og stærri. Landið var skógi vaxið milli fjalls og fjöru segir í Landnámu. Eigi ber þó að skilja orð þessi þannig, að alt land hafi verið vaxið skógi milli fjalls og fjöru, því að af

sögum vorum má ráða, að hin sömu plöntufjelög hafa verið hjer þá, sem nú byggja landið. Holt og melar á láglendi hafa verið skógi vaxnir áður, og yfirleitt má svo að orði kveða, að skógur hafi verið alstaðar í hinni brúnleitu leirmold, sem er algeng um alt land. Skógurinn hefur náð nokkuð uppeftir hlíðunum, en mikið hefur þó verið til af skriðum þegar á landnámsöldinni.

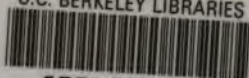
Skógar vorir hafa eyðst af mannavöldum og nú eru aðeins litlar leifar eftir. Aðaltegundin er björkin (*Betula odorata*). Hún er allviðast kræklóttur runnur. Á Hallormsstöðum vaxa þó birki-trje, og eru hin hæstu um 30 fet á hæð. Skógurinn í Bæjarstað í Jökulfelli er eitthvert hið fegursta kjarr, sem jeg hef sjeð, og þar var allmikill undirskógur samsettur af víðitegundum. Innan-um kjörrin hingað og þangað vaxa: reynir, gulvíðir og loðvíðir.

Skógarjarðvegur er alstaðar þjettvaxinn gróðri, undirgróðri. Sumstaðar er undirgróðurinn lyngheiði en sumstaðar graslendi.





U.C. BERKELEY LIBRARIES



C026263473

M303697

QK46
J6
Bro
Lib

THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA LIBRARY

